

**RÉPUBLIQUE TUNISIENNE**  
**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION & DE LA FORMATION**  
**DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES**  
**& DE LA FORMATION CONTINUE**

**Direction des Programmes & des Manuels Scolaires**

**PROGRAMMES**  
**DE SCIENCES PHYSIQUES**  
**3<sup>ème</sup> année & 4<sup>ème</sup> année**  
**de l'enseignement secondaire**

**Septembre 2009**

# SOMMAIRE

<b>Statut de la discipline .....</b>	<b>03</b>
<b>Démarches pédagogiques .....</b>	<b>06</b>

## Programmes de 3<sup>ème</sup> année secondaire

<b>❶ Section Mathématiques .....</b>	<b>10</b>
Physique.....	11
Chimie.....	21
<b>❷ Section Sciences Expérimentales .....</b>	<b>28</b>
Physique.....	29
Chimie.....	37
<b>❸ Section Sciences Techniques .....</b>	<b>45</b>
Physique.....	46
Chimie.....	55
<b>❹ Section Sciences de l'Informatique.....</b>	<b>61</b>
Physique.....	62
Chimie.....	72

## Programmes de 4<sup>ème</sup> année secondaire

<b>❶ Section Mathématiques .....</b>	<b>77</b>
Physique .....	78
Chimie.....	91
<b>❷ Section Sciences Expérimentales.....</b>	<b>98</b>
Physique .....	99
Chimie.....	112
<b>❸ Section Sciences Techniques.....</b>	<b>122</b>
Physique .....	123
Chimie.....	134
<b>❹ Section Sciences de l'Informatique .....</b>	<b>141</b>
Physique .....	142
Chimie.....	153

# STATUT DE LA DISCIPLINE

Comme étant des sciences qui traitent de l'univers matériel, la physique et la chimie (Sciences physiques) jouent un rôle déterminant dans le développement et l'amélioration du niveau de vie des sociétés. Si les citoyens n'arrivent pas à suivre l'évolution rapide et perpétuelle de ces sciences, ils vont se trouver dépassés pour se situer dans le monde. D'où la place importante qu'elles occupent dans notre système de l'éducation.

## 1. Présentation de la discipline

L'enseignement des sciences physiques s'inscrit en droite ligne de la logique de la réforme du système éducatif et, ce, conformément aux articles 56 et 52 de la loi d'orientation de l'éducation et de l'enseignement scolaire (Loi du 23 juillet 2002), qui stipulent respectivement qu'à l'école incombe la double mission primordiale d'assurer en général «la formation cognitive des apprenants et celle de leur faire acquérir les méthodologies de travail et de résolution de problèmes.» et qu'en particulier, la finalité de l'enseignement des mathématiques et des sciences est de permettre aux apprenants de «maîtriser les diverses formes de la réflexion scientifique et de s'habituer à la pratique de la démonstration et de l'argumentation ainsi que de leur faire acquérir des compétences de résolution de problèmes et d'interprétation des phénomènes naturels et humains ».

Avec l'enseignement des sciences physiques au collège, les élèves ont appréhendé l'univers matériel tant naturel que construit dans lequel ils vivent. Par l'observation et l'investigation (Manipulations ; recherches documentaires ou sur terrain...), ils ont reconnu des interactions de tous les jours entre la matière et des phénomènes physiques courants (essentiellement ceux qui sous tendent la nature) ; ils ont construit qualitativement des concepts et "dégagé" des lois qui régissent les phénomènes étudiés. En mettant à profit leurs acquis, ils se

sont entraînés à proposer une explication ou une solution à des problèmes d'une complexité de degré moyen, à réaliser de petits projets et à s'approprier des manières de communiquer.

Dans une perspective de continuité et de complémentarité avec l'enseignement de base, l'enseignement au secondaire vise chez les élèves à :

- développer des éléments de culture scientifique qui les aideront à se faire une représentation rationnelle des phénomènes naturels environnants et à se situer dans le monde contemporain ;
- acquérir une certaine autonomie, et ce, par la prise de conscience de la responsabilité d'agir pour apprendre et par le développement de l'esprit de créativité ;
- systématiser la pratique de la démarche scientifique par la mise en pratique fréquente de son protocole de base (indiquer les éléments du problème posé, construire des hypothèses, recourir à l'expérience, à la recherche documentaire ou sur le terrain pour confirmer ou mettre en doute les hypothèses avancées, conclure ou déduire...) ;
- perfectionner les habiletés méthodologiques telles que l'utilisation des TIC (Technologies de l'information et de la communication) et l'exploitation des données (Recherche des informations, leur tri critérié, leur analyse...).

Simultanément, on doit apprendre aux élèves à transférer ces savoirs, savoir faire et savoir être d'une manière intégrative dans des situations problèmes authentiques déclenchées par des phénomènes physico-chimiques.

C'est dans cette perspective que les programmes de sciences physiques sont conçus et élaborés en s'appuyant sur les idées directrices suivantes :

- Centrer les contenus de l'enseignement sur l'essentiel et dégager un socle fondamental de connaissances déclaratives et procédurales ;
- Renforcer la corrélation de l'enseignement de la physique chimie avec celui des autres disciplines ;
- mettre l'accent sur l'unité profonde des phénomènes physico-chimiques qui structurent le monde naturel et qui permettent notamment une vision rationnelle et globale de l'environnement ;
- contribuer à renforcer la maîtrise des technologies de l'information et de la communication et à enrichir la culture scientifique indispensable dans le monde contemporain ;
- former l'esprit à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique constructive et à l'honnêteté intellectuelle.

## 2. Liens avec les autres disciplines

Toute discipline scolaire a sa raison d'être essentiellement par sa manière de concevoir le réel et d'y intervenir, voire par son regard particulier qu'elle porte sur le monde. Pour son fonctionnement, elle a besoin d'éclairages complémentaires qui peuvent être apportés par d'autres disciplines. Toutefois, elle peut à son tour éclairer ces dernières.

Donc, il n'est pas question de dissocier les apprentissages à réaliser en sciences physiques de ceux effectués ailleurs, non seulement dans les disciplines du domaine des sciences mais plutôt dans toutes les disciplines scolaires.

Les "Sciences Physiques", les "Sciences de la vie et de la Terre" et la "technologie" sont complémentaires par les nombreux concepts qu'elles ont en commun. Pour comprendre la matière animée et l'univers vivant auxquels s'intéressent les SVT, il faut avoir un socle minimum de connaissances sur la matière inanimée et l'univers matériel qui sont de l'ordre des sciences physiques et inversement. Pour comprendre le monde qui nous entoure, les sciences physiques s'appuient souvent sur les progrès en technologie, progrès qui sont eux mêmes le fruit d'une exploitation efficace et efficiente de concepts, de lois et de théories de l'ordre de la physique et de la chimie.

Pour l'étude des sciences physiques, on a besoin d'outils mathématiques (calculs; notions de géométrie; analyse; modélisation; représentations graphiques...). D'autre part, on a besoin de connaissances langagières, connaissances qu'apporte l'étude des langues véhiculaires.

En physique, les connaissances liées à l'air, à l'eau et aux changements d'états par exemple peuvent servir à l'étude des climats en géographie.

Afin d'investir les savoirs et savoir faire en physique et en chimie pour le bien être collectif, pour la préservation des ressources naturelles et pour la protection de l'environnement, on compte beaucoup sur les acquis d'ordre éthique et sur l'esprit de citoyenneté apportés par les éducations civique et religieuse, voire la philosophie.

Pour l'étude de quelques thèmes philosophiques comme le déterminisme, l'épistémologie des sciences et la vision du monde, on a recours à des concepts, des lois et des théories de physique ou de chimie. Quant à la pensée philosophique, elle peut favoriser le développement de l'esprit critique en physique et en chimie...

## DÉMARCHES PÉDAGOGIQUES

Les sciences physiques restent essentiellement une discipline expérimentale et doivent être donc enseignées en tant que telles. Dans un autre ordre d'idée, la nouvelle orientation de l'enseignement scolaire dans tous ses niveaux replace l'apprenant à sa vraie place, c'est-à-dire au centre de l'action éducative ; deux raisons majeures qui imposent une réflexion approfondie sur les moyens et méthodes à mettre en œuvre pour appliquer ces nouveaux programmes avec une garantie minimale d'efficacité.

Dans le but de favoriser les visées assignées à l'enseignement de cette matière scientifique, il faut opter pour une méthodologie et une évaluation garantes de la réussite de tous, sans oublier d'accorder à son caractère expérimental l'importance qu'il mérite.

### **1. Méthodologie d'enseignement de la discipline**

Pour mettre en œuvre les principes constructivistes et d'intégration des connaissances, assignés à l'enseignement de la matière (principes énoncés précédemment), il faut conduire les activités de formation par des méthodes actives, des méthodes selon lesquelles les apprenants doivent être rendus capables de construire eux mêmes des connaissances, de s'approprier des habiletés et de les intégrer dans des situations significatives ; la large part des horaires consacrés aux séances de travaux pratiques où l'élève assume une grande part d'initiative et de responsabilité dans la construction de son savoir et dans l'acquisition de savoir faire est en soi un signe qui ne trompe pas sur l'orientation qui place l'élève au centre des préoccupations de l'institution éducative. En fait, au travers des activités expérimentales, en amenant les élèves à formuler les hypothèses et à les confronter aux faits, le professeur de la matière contribue au développement de la pensée logique chez les élèves. Il est à peine utile ici de rappeler que l'enseignement traditionnel des sciences physiques formel, abstrait et hautement mathématisé est voué à l'échec.

En d'autres termes, le professeur de physique chimie doit centrer son enseignement sur les élèves. Il ne doit pas hésiter à leur accorder l'initiative, et ce, en les impliquant régulièrement dans des activités d'investigation, de structuration et d'intégration, dans toutes les situations d'apprentissage, aussi bien en cours qu'en travaux pratiques.

Pour stimuler la motivation des élèves et favoriser chez eux la rétention ainsi que la compréhension, il est recommandé de recourir autant que possible à l'enseignement par le problème ou par le projet, un enseignement qui vise un apprentissage dont le point de départ est une situation problème (Situation problème didactique à ne pas confondre avec la situation problème d'intégration), c'est-à-dire une situation qui fait initialement problème aux élèves parce qu'ils n'ont pas les connaissances scientifiques indispensables pour s'en acquitter.

Dans ce cadre là, et pour faciliter la tâche du professeur, les contenus des programmes officiels de physique chimie sont accompagnés d'une liste non limitative et non obligatoire de questionnements et d'activités qui peuvent être exploités en classe comme exemples de stimuli ou de supports didactiques au service des objectifs visés.

Les activités de recherche documentaire ou de recherche sur terrain proposées aux élèves doivent susciter la curiosité chez ces derniers et les aider à appréhender le(s) concept(s) physico-chimique(s) en construction.

Dans les différentes activités d'apprentissage, les élèves doivent être amenés à utiliser au mieux les moyens contemporains et essentiellement les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication). L'ordinateur, avec les accessoires appropriés, doit être utilisé non seulement comme outil de laboratoire, mais comme un outil privilégié pour l'acquisition et le traitement des données, pour la simulation, pour l'évaluation formative...

Ce privilège à accorder à l'ordinateur ne doit en aucun cas laisser sous entendre que cet outil peut remplacer l'expérience réelle de physique ou de chimie, mais il doit être à son service.

Enfin, dans les limites de l'horaire imparti à l'enseignement de la matière et sans sortir du cadre de ces démarches décrites, le professeur de physique-chimie a toute latitude de prendre les initiatives et d'organiser les activités de classe dans l'ordre qu'il juge le mieux adapté à l'atteinte des objectifs visés.

### **Les activités de formation à caractère expérimental :**

Les activités expérimentales en physique-chimie peuvent se ramener à deux groupes complémentaires :

#### **▪ les expériences de travaux pratiques :**

Il s'agit d'activités expérimentales à réaliser par les élèves (généralement par binômes), en groupe réduit (classe dédoublée) lors des séances de travaux pratiques.

Ces activités peuvent se regrouper en deux catégories selon les finalités pédagogiques recherchées :

#### **✓ Les activités expérimentales destinées à exploiter un modèle ou à vérifier, pour les situations étudiées, la validité d'un modèle ou d'une loi**

La loi ou le modèle sont censés avoir été présentés par le professeur ou dégagés par les élèves eux-mêmes, expérimentalement en cours. En TP, les élèves doivent continuer à approfondir et affiner les concepts par un travail expérimental de consolidation.

#### **✓ Les activités expérimentales permettant de répondre à une situation problème**

La situation problème proposée permet aux élèves la "redécouverte" d'un phénomène et / ou la construction et la structuration d'un modèle modeste ; ils peuvent ainsi mettre en œuvre la démarche scientifique aussi bien pour une reconstruction du savoir que pour répondre à des questions susceptibles de les intéresser directement.

#### **▪ L'expérience de cours**

C'est une expérience à réaliser par le professeur avec la classe entière dans une séance de cours. Elle permet soit d'introduire une notion qui sera approfondie et enrichie ultérieurement en TP, soit de reprendre une expérience faite par les élèves en TP pour un complément de cours. Cependant, elle s'impose lorsqu'elle est dangereuse ou difficile.

D'une manière générale, et dans toutes les situations d'apprentissage, les activités expérimentales de physique chimie doivent avoir pour objet d'apprendre aux élèves à observer, à se poser des questions et à confronter leurs représentations avec la réalité ; elles doivent les aider à acquérir des connaissances, des savoir faire et surtout une méthode d'analyse et de raisonnement leur permettant de formuler avec pertinence des jugements critiques.

A ce propos, il est utile de rappeler que rares sont les activités expérimentales dans l'enseignement secondaire qui n'amènent pas les élèves à se confronter directement aux mesures des grandeurs physiques et surtout aux incertitudes affectant leurs résultats. La puissance des moyens de calcul (calculatrice et ordinateur) mis entre les mains du professeur et ses élèves permettent actuellement d'aborder efficacement le phénomène des erreurs de mesure par le biais de la statistique, de donner du sens à la moyenne d'une série de mesures et surtout d'évaluer un intervalle de confiance raisonnable encadrant un résultat de mesure. L'apprentissage de l'objectivité, de la rigueur et de l'honnêteté scientifique que l'on souhaite inculquer aux apprenants ne saurait ignorer ces éléments qui, quoique non mentionnés explicitement dans les libellés des programmes, sont implicitement présents dans tous les cursus scientifiques d'ordre expérimental. Il n'y a pas lieu évidemment de développer ces notions sous forme de cours à un niveau ou à un autre, mais de les étaler sur les quatre ans de l'enseignement secondaire en procédant à leur enrichissement progressif et en les utilisant à chaque fois que l'occasion se présente.

## 2. Évaluation du travail de l'élève

Il n'est pas superflu de rappeler à ce niveau que l'évaluation est un processus (ou démarche) qui permet de porter un jugement sur les acquis de l'apprenant en vue de prendre une décision.

L'évaluation doit avoir la fonction d'aide à l'apprentissage et celle de reconnaissance des acquis de l'élève.

### a) Évaluation des apprentissages :

Loin de toute sanction, l'évaluation des apprentissages est une occasion de régulation dans le seul but de favoriser le progrès des apprenants. Donc, toute activité (ou tâche) qui aboutit à une régulation peut faire l'objet d'évaluation. La régulation à réaliser par l'enseignant peut viser une rétroaction immédiate (Régulation interactive) ou un ajustement des actions pédagogiques (Régulations rétroactive et proactive). Quant à l'autorégulation, régulation à faire par les élèves eux-mêmes, elle amène ces derniers à revoir et améliorer leurs manières d'apprendre. Toutefois, l'autorégulation n'est possible que lorsque les acteurs sont conscients de leur processus d'apprentissage, c'est-à-dire lorsque toutes les connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles sont construites par eux-mêmes.

### b) Évaluation des acquis :

Comme celle des apprentissages, l'évaluation des acquis peut être ramenée à une auto évaluation. Pour l'enseignant, elle vise à rendre compte du niveau de développement des différentes capacités chez l'apprenant. Lorsqu'elle est faite par ce dernier, elle lui permet de reconnaître son degré d'atteinte des objectifs visés.

Bien qu'elle soit continue, l'évaluation des acquis ne peut se faire qu'au terme d'études qui constituent pour chacune d'entre elles une unité complète et cohérente (Construction d'un concept ; "redécouverte d'une loi"...). Pour ce faire, il faut placer les élèves dans des situations qui demandent la mobilisation de ressources (Connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles) dans des contextes variés.

### Remarque:

L'utilisation du portfolio par l'élève est un autre outil (ou moyen) d'évaluation efficace pour l'enseignant et l'élève lui-même.



3<sup>e</sup> année secondaire



# **Section**

# **Mathématiques**



# A. PHYSIQUE (55 – 63 heures)

## LES INTERACTIONS DANS L'UNIVERS (20 – 23 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi de Coulomb.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ électrique créé par une charge ponctuelle.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ électrique.</li> <li>■ Représenter une force électrique.</li> <li>■ Appliquer la relation vectorielle <math>\vec{F} = q\vec{E}</math>.</li> <li>■ Reconnaître, d'après la forme du spectre électrique, le champ électrique créé par une charge ponctuelle, le champ électrique créé par deux charges ponctuelles et le champ électrique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Etudier expérimentalement l'interaction entre deux pendules électriques et l'influence des facteurs dont-elle dépend ?</li> <li>► Pourquoi une averse soudaine après des coups d'éclair et des tonnerres intenses ?</li> <li>► Réaliser le spectre d'un champ électrique créé par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• une charge électrique ponctuelle,</li> <li>• deux charges électriques,</li> <li>• un champ électrique uniforme.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I. Interaction électrique</b></p> <p><b>I-1. Loi de Coulomb</b></p> <p><b>I-2. Champ électrique</b></p> <p>- Champ électrique créé par une charge ponctuelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Vecteur champ électrique <math>\vec{E}</math></li> <li>• Force électrique <math>\vec{F} = q\vec{E}</math></li> <li>• Spectre et lignes de champ</li> </ul> <p>- Cas de deux charges ponctuelles</p> <p>- Champ électrique uniforme</p>	4,5 – 5h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement une interaction magnétique.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique.</li> <li>■ Reconnaître un champ magnétique uniforme à partir de la forme de son spectre.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ magnétique.</li> <li>■ Utiliser un teslamètre.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement la force de Laplace.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace.</li> <li>■ Expliquer le fonctionnement d'un moteur à courant continu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Qu'est ce que l'aurore boréale ? Pourquoi est-elle fréquente aux grandes latitudes ?</li> <li>▶ Commenter un dossier préparé par les élèves sur la lévitation magnétique. </li> <li>▶ A l'aide de petites aiguilles aimantées, mettre en évidence le champ magnétique terrestre <math>\vec{B}_T</math> et vérifier qu'il est uniforme dans une région très limitée de l'espace.</li> <li>▶ Réaliser les spectres magnétiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un aimant droit ;</li> <li>- d'un aimant en U ;</li> <li>- d'un courant continu (fil et solénoïde).</li> </ul> </li> <li>▶ Etudier expérimentalement, dans le cas d'un solénoïde, l'influence de l'intensité du courant et celle du nombre de spires par unité de longueur sur la valeur du vecteur champ <math>\vec{B}</math>. </li> <li>▶ Quel est le principe de fonctionnement du moteur d'un jouet électrique, de celui d'un baladeur CD, d'un appareil de mesure électrique à aiguille ?</li> <li>▶ Etudier expérimentalement les facteurs dont dépend la force de Laplace.</li> </ul>	<p><b>II. Interaction magnétique</b></p> <p><b>II-1. Les différents types d'interactions magnétiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interaction aimant-aimant.</li> <li>- Interaction aimant-courant.</li> <li>- Interaction courant-courant.</li> <li>- Application : la lévitation magnétique.</li> </ul> <p><b>II-2. Champ magnétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de champ magnétique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Spectre et lignes de champ</li> <li>• Vecteur champ magnétique <math>\vec{B}</math></li> </ul> </li> <li>- Champ magnétique uniforme</li> <li>- Champ magnétique terrestre</li> <li>- Champ magnétique créé par un courant continu : <ul style="list-style-type: none"> <li>Cas d'un courant circulaire</li> </ul> </li> </ul> <p><b>II-3. Force de Laplace</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence</li> <li>- Caractéristiques</li> <li>- Application : le moteur électrique à courant continu</li> </ul>	10,5–12 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi de gravitation universelle.</li> <li>■ Caractériser le vecteur champ de gravitation <math>\vec{G}</math> en un point de l'espace.</li> <li>■ Représenter les lignes du champ de gravitation.</li> <li>■ Caractériser le vecteur champ de pesanteur <math>\vec{g}</math> en un point de l'espace.</li> <li>■ Reconnaître les facteurs dont dépend le poids <math>\vec{P}</math>.</li> <li>■ Expliquer certains phénomènes naturels observables dus à l'interaction gravitationnelle.</li> <li>■ Faire une analogie formelle entre les interactions newtonienne et coulombienne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi la Lune ne tombe-t-elle pas sur Terre ? Pourquoi ne s'éloigne-t-elle pas de la Terre ?</li> <li>► Peut-on calculer la masse d'une planète ?</li> <li>► Commenter un dossier, préparé par les élèves à l'avance, sur l'expérience de Cavendish (1798). </li> <li>► Pourquoi les astronautes rebondissent-ils en se déplaçant sur la lune ?</li> <li>► Commenter un dossier, préparé par les élèves à l'avance, sur le phénomène des marées et un autre sur les ceintures d'astéroïdes (Kuiper). </li> </ul>	<p><b>III. Interaction gravitationnelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi de gravitation universelle</li> <li>- Champ de gravitation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Vecteur champ de gravitation <math>\vec{G}</math>, ses caractéristiques</li> </ul> </li> <li>- Cas particulier : Champ de pesanteur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vecteur champ de pesanteur <math>\vec{g}</math>, ses caractéristiques</li> <li>• Lignes de champ</li> <li>• Champ uniforme</li> </ul> </li> <li>- Applications : phénomènes des marées, ceintures d'astéroïdes (Kuiper).</li> </ul>	<p>4 – 5 h</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expliquer la cohésion du noyau atomique.</li> <li>■ Interpréter la cohésion de la matière : <ul style="list-style-type: none"> <li>- à l'échelle du noyau,</li> <li>- à l'échelle des atomes, des molécules et à notre échelle,</li> <li>- à l'échelle astronomique.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Comment expliquer la cohésion d'un noyau atomique malgré la répulsion électrique mutuelle des protons ?</li> <li>► A quoi est due la cohésion du système solaire ?</li> </ul>	<p><b>IV. Interaction forte</b></p>	<p>1h</p>

## Commentaires

On énoncera la loi de Coulomb et on mettra en évidence l'existence d'un champ électrique par son action sur un corps chargé.

On se limitera à la visualisation des spectres des champs électriques créés par une charge ponctuelle et par deux charges ponctuelles.

Avec l'interaction aimant – aimant, on distinguera le pôle nord du pôle sud d'un aimant.

L'étude des interactions magnétiques servira à la mise en évidence qualitative du champ magnétique.

On déterminera expérimentalement la direction et le sens du vecteur champ magnétique terrestre et on introduira les angles d'inclinaison et de déclinaison. On donnera à cette occasion les ordres de grandeur des champs magnétiques : de la Terre, d'une bobine, d'un aimant en fer à cheval, d'une bobine supra conductrice ...

On réalisera différents spectres d'aimants et de courants (fil, solénoïde) ; on montrera que les lignes de champ sont orientées.

Pour le champ magnétique créé par un courant circulaire, on se limitera au cas du solénoïde (bobine longue).

On mettra expérimentalement en évidence l'existence des faces nord et sud d'une bobine.

L'expression de la force de Laplace sous forme de produit vectoriel est hors programme ; on donnera la formule  $\|\vec{F}\| = I\ell\|\vec{B}\|\sin\alpha$ .

L'expérience de la roue de Barlow permettra d'expliquer le principe de fonctionnement du moteur électrique à courant continu.

Au terme de l'étude des interactions électrique et magnétique, on fera remarquer que celles-ci se manifestent toutes les deux entre des charges électriques. Donc, elles sont de même type : **interaction électromagnétique**.

La loi de gravitation est relative à un couple de points matériels, et peut s'appliquer à des corps homogènes ou à répartition de masse à symétrie sphérique.

On signalera que la chute libre d'un corps est une manifestation de l'existence du champ de pesanteur.

Bien qu'on le confonde à une force de gravitation, le poids d'un corps n'en est pas rigoureusement une à cause de la rotation de la Terre autour d'elle-même.




Pour chaque type d'interaction, on donnera quelques ordres de grandeurs des valeurs des forces mises en jeu.




On procèdera à une analogie formelle entre les interactions newtonienne et coulombienne.

La cohésion des noyaux atomiques, malgré l'interaction électromagnétique répulsive entre protons, permettra de faire dégager l'existence de l'interaction forte. Les forces nucléaires seront considérées comme étant des forces fortement attractives entre les nucléons d'un même noyau, c'est-à-dire des forces dont la portée ne dépasse pas la dimension du noyau.



A la fin, on ne manquera pas de comparer les portées des interactions électromagnétique, gravitationnelle et forte et de signaler qu'elles sont considérées comme étant des interactions fondamentales du fait qu'elles permettent d'expliquer la plupart des phénomènes connus actuellement. Toutefois, il n'y a pas lieu d'évoquer l'interaction faible (4<sup>e</sup> type d'interaction fondamentale).

## MOUVEMENTS (25 – 29 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Représenter les vecteurs : position, vitesse et accélération d'un mobile.</li> <li>■ Reconnaître la nature du mouvement d'un mobile par recours à l'expérience.</li> <li>■ Connaissant l'expression d'une grandeur cinématique (<math>x</math>, <math>v</math> ou <math>a</math>) en fonction du temps ainsi que les conditions initiales, retrouver les expressions de deux autres.</li> <li>■ Etablir, pour un mouvement rectiligne uniformément varié, la relation :  <math display="block">v_2^2 - v_1^2 = 2a \cdot (x_2 - x_1).</math> </li> <li>■ Caractériser un mouvement rectiligne sinusoïdal par son amplitude <math>X_m</math> et sa période <math>T</math>.</li> <li>■ Etablir la relation (<math>a + \omega^2 x = 0</math>) entre l'accélération <math>a</math> et l'élongation <math>x</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal.</li> <li>■ Appliquer la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>e</sup> loi de Newton).</li> <li>■ Appliquer le théorème du centre d'inertie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser des enregistrements de mouvements ou faire des mesures de grandeurs cinématiques pour étudier des mouvements rectilignes. </li> <li>► Déterminer, par mesure directe (pour les mouvements lents) ou par enregistrement, la période <math>T</math> et l'amplitude <math>X_m</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal. </li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation :  <math display="block">\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}_G</math> </li> </ul>	<p><b>I. Solide en translation</b>  <b>I-1. Etude cinématique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités : repérage d'un mobile (vecteur position, coordonnées cartésiennes, abscisse curviligne), vecteur vitesse, vecteur accélération (accélération normale, accélération tangentielle), lois horaires.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniforme.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniformément varié.</li> <li>- Mouvement rectiligne sinusoïdal : définition, équation horaire, vitesse, accélération, amplitude, période, fréquence, pulsation.</li> </ul> <p><b>I-2. Etude dynamique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi fondamentale de la dynamique (2<sup>e</sup> loi de Newton).</li> <li>- Théorème du centre d'inertie.</li> </ul> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissement d'un solide sur un plan incliné ;</li> <li>• Solide isolé ou pseudo isolé.</li> </ul>	7,5 – 9h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer un mouvement de rotation uniforme d'un mouvement de rotation uniformément varié.</li> <li>■ Reconnaître la nature du mouvement d'un solide en rotation, par recours à l'expérience.</li> <li>■ Connaissant l'expression d'une grandeur cinématique (<math>\theta</math>, <math>\dot{\theta}</math> ou <math>\ddot{\theta}</math>) en fonction du temps ainsi que les conditions initiales, retrouver les expressions de deux autres.</li> <li>■ Etablir, pour un mouvement de rotation uniformément varié, la relation : <math>\dot{\theta}_2^2 - \dot{\theta}_1^2 = 2\ddot{\theta} \cdot (\theta_2 - \theta_1)</math>.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique de rotation.</li> <li>■ Calculer l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Calculer l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe.</li> <li>■ Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer entre autres la valeur d'une grandeur inaccessible à la mesure (force de frottement, réaction d'un support...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser des enregistrements de mouvements ou faire des mesures de grandeurs cinématiques pour étudier des mouvements de rotation d'un solide. </li> <li>► Déterminer expérimentalement l'accélération angulaire d'un solide en mouvement de rotation uniformément varié.</li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation : <math>\Sigma \mathcal{M} = J \cdot \ddot{\theta}</math></li> <li>► Pourquoi les vitesses des véhicules sont-elles plus limitées en temps pluvieux qu'en temps sec ?</li> <li>► Sur quoi se base-t-on pour fixer les distances de sécurité routière ?</li> <li>► Etudier expérimentalement la variation de l'énergie cinétique d'un solide en chute libre ou mobile sur un banc à coussin d'air incliné. </li> <li>► Réaliser des chocs (élastiques et non élastiques) entre deux planeurs sur un banc à coussin d'air et mesurer leurs vitesses avant et après le choc, comparer les énergies cinétiques du système des deux planeurs avant et après le choc. </li> </ul>	<p><b>II. Solide en rotation autour d'un axe fixe</b>  <b>II-1. Etude cinématique</b>  - Généralités : abscisse angulaire, vitesse angulaire, accélération angulaire.  - Mouvement de rotation uniforme.  - Mouvement de rotation uniformément varié.  <b>II-2. Etude dynamique</b>  - Relation fondamentale de la dynamique de rotation appliquée à un solide mobile autour d'un axe passant par son centre de gravité.  - Application : détermination du moment d'un couple de frottement supposé constant</p> <p><b>III. Energie cinétique</b>  <b>III-1. Energie cinétique d'un solide en translation</b>  <b>III-2. Energie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe</b>  <b>III-3. Variation de l'énergie cinétique : théorème de l'énergie cinétique</b></p> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détermination d'une force de liaison ;</li> <li>- Choc élastique et choc inélastique.</li> </ul>	8,5 – 10 h



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique aux mouvements : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un projectile,</li> <li>- d'un satellite.</li> </ul> </li> <li>■ Retrouver la troisième loi de Kepler.</li> <li>■ Calculer le travail d'une force électrique.</li> <li>■ Appliquer l'expression du travail d'une force électrique : <math>W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)</math>.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</li> <li>■ Calculer la force de Lorentz.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Dans quelle direction, par rapport à l'horizontale, un lanceur de poids doit-il effectuer son lancement pour optimiser sa performance ?</li> <li>► Comment déterminer l'altitude d'un satellite pour qu'il soit géostationnaire ?</li> <li>► Commenter un dossier, préparé par les élèves à l'avance, sur les lois de Kepler et l'historique y afférent. </li> <li>► Quel est le principe de fonctionnement de l'oscilloscope ?</li> <li>► Expliquer la perturbation de l'image sur l'écran de l'oscilloscope par la présence d'un aimant.</li> <li>► Comment séparer les isotopes d'un élément chimique ?</li> <li>► Etudier expérimentalement l'influence de <math>\vec{B}</math>, <math>\vec{v}</math>, et de l'angle <math>\alpha</math> que fait <math>\vec{v}</math> avec <math>\vec{B}</math> sur les caractéristiques de la force de Lorentz. </li> </ul>	<p><b>IV. Mouvements dans les champs</b></p> <p><b>IV-1. Mouvement dans un champ gravitationnel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mouvement d'un projectile.</li> <li>- mouvement des satellites : troisième loi de Kepler.</li> </ul> <p><b>IV-2. Mouvement dans un champ électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail d'une force électrique dans un champ électrique uniforme : notion de différence de potentiel (d.d.p.) électrique.</li> <li>- Accélération d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme. <u>Application</u> : canon à électrons</li> <li>- Déviation d'une particule chargée par un champ électrique uniforme. <u>Application</u> : déflexion d'un faisceau d'électrons, oscilloscope.</li> </ul> <p><b>IV-3. Mouvement dans un champ magnétique uniforme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme : force de Lorentz. <u>Applications</u> : télévision, cyclotron.</li> </ul>	9 – 10 h

## Commentaires

On se limitera aux mouvements de translation dans le plan.

L'étude des mouvements combinés est hors programme.

Dans les généralités sur la cinématique, on s'intéressera au point matériel.

Pour l'étude cinématique des mouvements, on introduira brièvement la dérivée d'une fonction scalaire et on généralisera aux fonctions vectorielles tout en se limitant à des vecteurs unitaires constants. Il est à noter que les notions introduites ne doivent en aucune manière donner lieu à un développement excessif.

On donnera sans démonstration, les expressions de l'accélération tangentielle et de l'accélération normale et uniquement dans le cas de mouvement circulaire.

Il est à remarquer que l'étude de « la composition de vitesses » est strictement hors programme.

Le vecteur déplacement est hors programme.

Au niveau de l'étude cinématique des mouvements, on signalera que la translation d'un solide peut être curviligne, on la définira et on en donnera des exemples.

Lors de l'étude de la rotation d'un solide autour d'un axe fixe, on ne manquera pas de signaler la relation entre grandeurs linéaires relatives à un point de ce solide et grandeurs angulaires.

On énoncera pour un point matériel, la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>e</sup> loi de Newton). Il est indiqué de préciser d'emblée que la relation  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$  traduisant cette loi n'est valable que dans les référentiels galiléens. On saisira cette occasion pour définir le repère de Copernic, le repère géocentrique et pour signaler sans développement

excessif le caractère approximativement galiléen de ces repères ainsi que tout repère lié au laboratoire.

L'application du théorème du centre d'inertie à un solide isolé ou pseudo-isolé permettra de vérifier le principe d'inertie.

A l'occasion de l'énonciation de la relation fondamentale de la dynamique appliquée aux solides en rotation, on définira le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe fixe et on donnera sans calcul le moment d'inertie de quelques solides homogènes de formes géométriques simples par rapport à leur axe de révolution.

On donnera l'expression de l'énergie cinétique d'un point matériel et on exprimera celle d'un système matériel.

On établira l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et celle d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.

On montrera à partir d'exemples que toute force (intérieure ou extérieure) dont le travail est non nul fait varier l'énergie cinétique du système, ce qui amènera à énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

On traitera comme exemple de conservation de l'énergie cinétique le choc élastique et comme exemple de non conservation du même type d'énergie le choc inélastique de deux solides en translation. Pour le choc inélastique, on se limitera au choc mou.

Toute force intérieure à un système dont le travail permet un transfert d'énergie vers l'extérieur telle que la force de frottement, est appelée force dissipative.

Le mouvement d'un projectile sera traité uniquement dans le cas d'un champ de pesanteur uniforme.


L'établissement de l'accélération d'un satellite à trajectoire circulaire de rayon  $R$  permettra de retrouver la troisième loi de Kepler :  $T^2 = C^{te} \cdot R^3$ , où  $C^{te}$  est une constante ; comme exemple, on citera les satellites géostationnaires et on signalera leur utilisation en communication.

On montrera que pour un champ électrique uniforme, le travail de la force électrique qui s'exerce sur une charge  $q$  passant d'un point A à un point B ne dépend pas du chemin suivi, il ne dépend que de la valeur de la charge  $q$  et de la différence entre les valeurs d'une grandeur appelée potentiel électrique, caractérisant les états électriques des points A et B du champ. Le potentiel électrique est noté  $V$ .

La différence de potentiel entre deux points A et B d'un champ électrique notée  $U_{AB} = (V_A - V_B)$  se calcule comme étant le produit scalaire  $\vec{E} \cdot \vec{AB}$ . Par suite, lors d'un déplacement de la charge électrique  $q$  de A vers B, le travail s'écrit  $W = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot U_{AB}$ . On généralisera cette expression du travail pour un champ électrique quelconque.

L'expression de la force de Lorentz sous forme de produit vectoriel est hors programme, on donnera la formule :  $\|\vec{F}\| = |q| \cdot \|\vec{v}\| \cdot \|\vec{B}\| \cdot \sin \alpha$ .

## OPTIQUE (10 – 11 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Classer les lentilles en lentilles convergentes et lentilles divergentes.</li> <li>■ Déterminer, graphiquement, la position de l'image d'un point objet donnée par une lentille convergente.</li> <li>■ Appliquer la relation de conjugaison des lentilles minces convergentes.</li> <li>■ Réaliser des montages permettant de mesurer la distance focale d'une lentille.</li> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement de la lunette astronomique.</li> <li>■ Utiliser le modèle réduit de l'œil pour expliquer les défauts de la vision.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Comment allumer un papier à l'aide d'une loupe ?</li> <li>► Comment déterminer si les verres d'une paire de lunettes sont convergents ou divergents ?</li> <li>► En quoi diffèrent les télescopes et les lunettes astronomiques ?</li> <li>► Pourquoi les lentilles divergentes servent-elles pour les myopes ?</li> <li>► Pourquoi les lentilles convergentes servent-elles pour les hypermétropes ?</li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation de conjugaison et le grandissement. </li> <li>► Comment déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur d'un cheveu ?</li> <li>► Comment expliquer que la loupe agrandit les objets ?</li> </ul>	<b>I -Les lentilles minces</b> <b>I-1. Classification</b> (divergentes, convergentes). <b>I-2. Définitions</b> : centre optique, axe optique, foyers, plans focaux, distance focale et vergence. <b>I-3. Images données par une lentille convergente et une lentille divergente</b> : nature et position, relation de conjugaison, grandissement. <b>I-4. Focométrie</b> <u>Applications</u> : œil, lunette astronomique.	10 – 11h

### Commentaires

Avant l'étude des lentilles sphériques (ou cylindriques) minces, on introduira les notions d'objet réel ou virtuel et d'image réelle ou virtuelle pour un système optique.

On définira les caractéristiques des lentilles minces et on décrira les différents types de lentilles.

La distance focale sera considérée comme une grandeur non algébrique alors que la vergence sera considérée comme une grandeur algébrique.

L'étude théorique et expérimentale des lentilles minces se fera dans les conditions de Gauss que l'on précisera.

On établira la relation de conjugaison et on la vérifiera expérimentalement dans le cas d'une lentille convergente.

On donnera le modèle réduit de l'œil et on signalera succinctement les défauts de la vision et leur correction.

On mesurera la distance focale d'une lentille par recours à la formule de conjugaison, par la méthode de Bessel et par celle de Silbermann, toute autre méthode de mesure est hors programme.

Lors d'une activité expérimentale, on amènera les élèves à modéliser un instrument optique simple tel que la lunette astronomique et à y tracer la marche d'un faisceau lumineux.

## B. CHIMIE (31 – 33 heures)

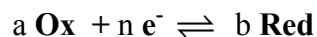
### OXYDOREDUCTION (6 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Interpréter l'action d'un acide sur un métal et celle d'un cation métallique sur un métal par le transfert d'électrons.</li> <li>■ Distinguer l'oxydation de la réduction et l'oxydant du réducteur.</li> <li>■ Représenter un couple oxydant réducteur par son symbole ou son équation formelle.</li> <li>■ Ecrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi du fer abandonné à l'air rouille facilement ?</li> <li>► Pourquoi protéger les objets métalliques par de la peinture ?</li> <li>► Pourquoi préférer les ustensiles de cuisine en acier inoxydable ?</li> <li>► Pourquoi conseille-t-on d'utiliser des tuyaux de cuivre dans les installations d'eau courante de pluie?</li> </ul>	<p><b>I. Phénomène d'oxydoréduction.</b>  <b>I-1. Action des acides sur les métaux.</b>  <b>I-2. Action d'un cation métallique sur un métal.</b>  <b>I-3. Définitions :</b> oxydation, réduction, oxydant, réducteur, couple oxydant réducteur, réaction d'oxydoréduction.</p>	2,5 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Faire une classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène.</li> </ul>		<p><b>II. Classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène</b></p>	1 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser quelques expériences d'oxydo-réduction.</li> <li>■ Interpréter une réaction d'oxydoréduction.</li> </ul>		<p><b>III. Etude de quelques réactions d'oxydoréduction :</b>  <b>III-1. par voie humide</b>  <b>III-2. par voie sèche.</b></p>	2,5 h

## Commentaires

L'étude de l'action de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique dilué à froid sur les métaux ainsi que l'action d'un cation métallique sur un métal servira à définir l'oxydation, la réduction, l'oxydant, le réducteur, la réaction d'oxydoréduction, et à introduire la notion de couple oxydant-réducteur.

A tout couple oxydant réducteur simple, on associe une équation formelle de la forme :



Selon les conditions expérimentales et les réactifs mis en jeu, on observe pour un couple oxydant réducteur donné soit la réduction soit l'oxydation.

Au niveau du paragraphe III, on introduira le nombre d'oxydation comme étant un outil commode à l'identification du réducteur et de l'oxydant lorsque le transfert d'électrons n'est pas évident.

On écrira le nombre d'oxydation en chiffres romains. Il sera déduit pour les édifices simples (exemples :  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ ) à partir du schéma de Lewis. Pour les édifices complexes, on utilisera les règles déduites de la définition.

On traitera expérimentalement un exemple d'oxydoréduction par voie humide et deux exemples par voie sèche parmi ceux des listes suivantes :

- a)  $(MnO_4^- + Fe^{2+})$  ;  $(S_2O_8^{2-} + I^-)$  ;  $(H_2O_2 + I^-)$ ,
- b)  $(Fe+S)$  ;  $(CuO+C)$  ;  $(Fe_2O_3+Al)$ .

## ACIDES ET BASES DE BRONSTED (3 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaires
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un acide et une base selon Brönsted.</li> <li>■ Ecrire l'équation qui traduit une réaction acide-base.</li> <li>■ Représenter un couple acide-base par son symbole et par son équation formelle.</li> <li>■ Retrouver les couples acide-base mis en jeu dans une réaction acido-basique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► En quoi consiste le détartrage d'une cafetière par exemple et quel est le principe d'un détartrant d'une manière générale ?</li> <li>► Pourquoi utilise-t-on un médicament à base de bicarbonate de soude (hydrogénocarbonate de sodium) pour remédier aux maux d'aigreur ?</li> <li>► Effectuer la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'ammoniac en milieu anhydre.</li> <li>► Que veut-on dire par pluies acides et où résident leurs dangers ?</li> </ul>	<p><b>I. Définition des acides et des bases selon Brönsted</b></p> <p><b>II. Réactions acide-base</b></p> <p><b>III. Couples acide-base</b></p>	3h

### Commentaires

On rappellera les définitions des acides et des bases selon Arrhenius et on soulignera leurs insuffisances.

Un acide sera défini comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de céder un ion  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.

Une base sera définie comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de capter un ion  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.

Une réaction acide base consiste en un transfert d'ions  $H^+$ .

La définition de Brönsted permettra d'introduire les couples acide base.

La réaction d'ionisation de l'eau permettra d'introduire les deux couples de l'eau :  $H_3O^+ / H_2O$  et  $H_2O / OH^-$ .

On peut considérer que  $H^+$  est fixé à une molécule d'eau pour donner  $H_3O^+$  et que celui-ci est entouré de molécules d'eau.

## CHIMIE ORGANIQUE (13 - 14 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser des expériences simples d'analyse qualitative d'un composé organique.</li> <li>■ Retrouver la formule brute d'un composé à partir des résultats d'une étude quantitative.</li> <li>■ Reconnaître des isomères.</li> <li>■ Distinguer un isomère de chaîne d'un isomère de position.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quels sont les éléments chimiques qui rentrent dans la composition du sucre, de l'amidon, de l'urée... ?</li> <li>► Comment reconnaître pratiquement une substance inorganique ?</li> <li>► Réaliser la pyrolyse de la sciure de bois ?</li> <li>► Effectuer la combustion du butane (ou du méthane, du sucre,...).</li> <li>► Réaliser la réaction de la chaux sodée avec l'urée.</li> </ul>	<p><b>I. Analyse des composés organiques</b>  <b>I-1. Analyse qualitative.</b>  <b>I-2. Analyse quantitative, formule brute.</b></p>	3,5 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nommer un alcool.</li> <li>■ Reconnaître un alcool.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples communes aux alcools.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples distinctives des trois classes d'alcool.</li> <li>■ Distinguer les trois classes d'alcool.</li> <li>■ Expliquer le principe de l'éthylotest.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► A quoi sont dues les odeurs caractéristiques d'un milieu hospitalier ?</li> <li>► Comment contrôler le degré d'alcool chez un conducteur de voiture ?</li> <li>► Comment expliquer la transformation du jus de fruit en vinaigre ?</li> <li>► Réaliser la réaction de l'acide chlorhydrique avec le méthyl propan-2-ol.</li> </ul>	<p><b>II. Les composés oxygénés</b>  <b>II-1. Les alcools aliphatiques saturés</b>            - Structure, classes et nomenclature.            - Réactivité chimique            • Combustion.            • Réaction avec un hydracide halogéné            • Déshydratation inter et intramoléculaire            • Oxydation ménagée.  <u>Applications :</u>            • Ethylotest            • Oxydation biochimique.</p>	4,5–5 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nommer un acide carboxylique.</li> <li>■ Reconnaître un acide carboxylique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Comment explique-t-on le goût aigre du lait caillé ?</li> </ul>	<p><b>II-2. Les acides carboxyliques aliphatiques saturés</b>            - Structure et nomenclature.</p>	3,5–4 h



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Citer les principales propriétés chimiques d'un acide carboxylique.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples mettant en évidence les principales propriétés chimiques d'un acide carboxylique.</li> <li>■ Reconnaître une fonction organique.</li> <li>■ Distinguer les différentes fonctions organiques.</li> <li>■ Reconnaître des isomères de fonctions.</li> <li>■ Retrouver les différentes transformations chimiques permettant de passer d'une fonction à une autre.</li> </ul>	<p>► Effectuer la réaction de l'acide éthanóïque avec l'éthanol en présence de l'acide sulfurique concentré et caractériser la formation de l'éthanoate d'éthyle par son odeur (odeur de colles fortes).</p>	<p>- Propriétés chimiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ionisation dans l'eau</li> <li>● Propriétés acides : <ul style="list-style-type: none"> <li>- action sur le B.B.T.</li> <li>- action sur les métaux</li> </ul> </li> <li>● Réaction avec les alcools : estérification.</li> </ul> <p><b>IV. Notion de fonction organique</b></p>	1,5 h

## Commentaires

On signalera la notion d'isomérisation à chaque fois lorsque l'occasion se présente.

On se limitera aux composés organiques ne renfermant pas plus de huit atomes de carbone.

Pour l'analyse des composés organiques, on se limitera à ceux de type  $C_xH_y$ ,  $C_xH_yO$ ,  $C_xH_yO_2$  et  $C_xH_yN$ .




Bien qu'on se limite à l'étude des monoalcools et monoacides, on signalera l'existence des polyalcools et des polyacides.

On se limitera à une étude qualitative de l'estérification et on mettra en évidence les deux caractéristiques suivantes : lente et limitée.

On se limitera uniquement aux fonctions chimiques déjà rencontrées. On profitera de l'occasion pour initier l'élève à l'isomérisation de fonction.

On insistera sur la différence entre une famille de composés et une fonction chimique.

## MESURE D'UNE QUANTITE DE MATIERE (9 – 10 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Titrer une solution aqueuse par réaction acide-base ou par réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Calculer la conductance <math>G</math> d'une portion de solution électrolytique.</li> <li>■ Tracer la courbe d'étalonnage <math>G = f(C)</math> pour des solutions titrées.</li> <li>■ Exploiter une courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration inconnue d'une solution.</li> <li>■ Mesurer expérimentalement la pression d'un gaz.</li> <li>■ Appliquer la loi des gaz parfaits pour déterminer une quantité de matière gazeuse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Doser une solution aqueuse de diiode par une solution de thiosulfate de sodium. </li> <li>▶ Comment détermine-t-on la composition d'une eau minérale ?</li> <li>▶ Comment reconnaître la bonne qualité d'une huile d'olive ?</li> <li>▶ Comment mesurer le degré de pollution de l'air ?</li> <li>▶ A partir d'une solution de chlorure de sodium de concentration donnée, préparer par dilution plusieurs solutions de concentrations connues.</li> <li>▶ Par application de la loi d'Ohm et dans les mêmes conditions, mesurer leurs conductances, tracer la courbe d'étalonnage <math>G = f(C)</math> et l'exploiter pour déterminer la concentration d'un sérum physiologique. </li> <li>▶ Réaliser la réaction de l'hydrogénocarbonate de sodium avec une solution d'acide éthanoïque 1M et déterminer la quantité de dioxyde de carbone obtenue à la fin de réaction par mesure de pression. </li> </ul>	<p><b>I. Détermination d'une quantité de matière à l'aide d'une réaction chimique :</b></p> <p><b>I-1. Dosage acido-basique</b> (rappel).</p> <p><b>I-2. Dosage iodométrique.</b></p> <p><u>Application :</u> Détermination de la qualité d'une huile d'olive avec le calcul de son taux d'insaturation.</p>	2h
		<p><b>II. Détermination d'une quantité de matière :</b></p> <p><b>II-1. par mesure d'une grandeur physique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse, volume et concentration (rappel).</li> <li>- Conductance électrique.</li> </ul>	3,5 – 4 h
		<p><b>II-2. par utilisation de la loi des gaz parfaits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pression d'un gaz.</li> <li>- Equation des gaz parfaits.</li> </ul> <p><u>Application :</u></p> <p>Détermination d'une quantité de matière gazeuse</p>	3,5 – 4 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

## Commentaires

On rappellera l'équivalence acido-basique et on calculera la molarité d'une solution acide ou d'une solution basique.

On rappellera la relation entre la quantité de matière et les grandeurs physiques : masse, volume et concentration.

On ne parlera ni de conductivité ni des facteurs dont dépend la conductance d'une solution électrolytique.

On établira expérimentalement l'équation d'état  $P.V = n.R.T$  en procédant de la manière suivante :

- étudier l'évolution de  $P$  en fonction de  $V$  lorsque  $n$  et  $T$  restent constants,
- étudier l'évolution de  $P$  en fonction de  $T$  lorsque  $n$  et  $V$  restent constants,
- étudier l'évolution de  $V$  en fonction de  $T$  lorsque  $n$  et  $P$  restent constants.

Cependant, il n'y a pas lieu d'étudier les variations de  $V$  en fonction de  $n$  lorsque  $P$  et  $T$  restent constantes car on a vu en 1<sup>ère</sup> S qu'à pression  $P$  et température  $T$  constantes, le volume  $V$  d'un gaz est proportionnel au nombre de moles  $n$ .

La loi des gaz parfaits est étudiée en vue de l'utiliser comme une autre méthode de détermination d'une quantité de matière.



# **Section**


# **Sciences Expérimentales**



# A. PHYSIQUE (46,5 – 54 heures)

## LES INTERACTIONS DANS L'UNIVERS (20 – 23 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi de Coulomb.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ électrique créé par une charge ponctuelle.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ électrique.</li> <li>■ Représenter une force électrique.</li> <li>■ Appliquer la relation vectorielle <math>\vec{F} = q\vec{E}</math>.</li> <li>■ Reconnaître, d'après la forme du spectre électrique, le champ électrique créé par une charge ponctuelle, le champ électrique créé par deux charges ponctuelles et le champ électrique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Etudier expérimentalement l'interaction entre deux pendules électriques et l'influence des facteurs dont-elle dépend ?</li> <li>► Pourquoi une averse soudaine après des coups d'éclair et des tonnerres intenses ?</li> <li>► Réaliser le spectre d'un champ électrique créé par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une charge électrique ponctuelle,</li> <li>• deux charges électriques,</li> <li>• un champ électrique uniforme.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I. Interaction électrique</b></p> <p><b>I-1. Loi de Coulomb</b></p> <p><b>I-2. Champ électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Champ électrique créé par une charge ponctuelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence,</li> <li>• Vecteur champ électrique <math>\vec{E}</math>,</li> <li>• Force électrique <math>\vec{F} = q\vec{E}</math>,</li> <li>• Spectre et lignes de champ.</li> </ul> </li> <li>- Cas de deux charges ponctuelles.</li> <li>- Champ électrique uniforme.</li> </ul>	4,5 – 5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement une interaction magnétique.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique.</li> <li>■ Reconnaître un champ magnétique uniforme à partir de la forme de son spectre.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ magnétique.</li> <li>■ Utiliser un teslamètre.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement la force de Laplace.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace.</li> <li>■ Expliquer le fonctionnement d'un moteur à courant continu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Qu'est ce que l'aurore boréale ? Pourquoi est-elle fréquente aux grandes latitudes ?</li> <li>▶ Commenter un dossier préparé par les élèves sur la lévitation magnétique. </li> <li>▶ A l'aide de petites aiguilles aimantées, mettre en évidence le champ magnétique terrestre <math>\vec{B}_T</math> et vérifier qu'il est uniforme dans une région très limitée de l'espace.</li> <li>▶ Réaliser les spectres magnétiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un aimant droit,</li> <li>- d'un aimant en U,</li> <li>- d'un courant continu (fil et solénoïde).</li> </ul> </li> <li>▶ Etudier expérimentalement, dans le cas d'un solénoïde, l'influence de l'intensité du courant et celle du nombre de spires par unité de longueur sur la valeur du vecteur champ <math>\vec{B}</math>. </li> <li>▶ Quel est le principe de fonctionnement du moteur d'un jouet électrique, de celui d'un baladeur CD, d'un appareil de mesure électrique à aiguille ?</li> <li>▶ Etudier expérimentalement les facteurs dont dépend la force de Laplace.</li> </ul>	<p><b>II. Interaction magnétique</b></p> <p><b>II-1. Les différents types d'interactions magnétiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactions aimant-aimant.</li> <li>- Interaction aimant-courant.</li> <li>- Interaction courant-courant.</li> <li>- Application : la lévitation magnétique</li> </ul> <p><b>II-2. Champ magnétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de champ magnétique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Spectre et lignes de champ</li> <li>• Vecteur champ magnétique <math>\vec{B}</math>.</li> </ul> </li> <li>- Champ magnétique uniforme.</li> <li>- Champ magnétique terrestre.</li> <li>- Champ magnétique créé par un courant continu : cas d'un courant circulaire.</li> </ul> <p><b>II-3. Force de Laplace</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence.</li> <li>- Caractéristiques.</li> <li>- Application : le moteur électrique à courant continu.</li> </ul>	10,5–12 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi de gravitation universelle.</li> <li>■ Caractériser le vecteur champ de gravitation <math>\vec{g}</math> en un point de l'espace.</li> <li>■ Représenter les lignes du champ de gravitation.</li> <li>■ Caractériser le vecteur champ de pesanteur <math>\vec{g}</math> en un point de l'espace.</li> <li>■ Reconnaître les facteurs dont dépend le poids <math>\vec{P}</math>.</li> <li>■ Expliquer certains phénomènes naturels observables dus à l'interaction gravitationnelle.</li> <li>■ Faire une analogie formelle entre les interactions newtonienne et coulombienne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi la Lune ne tombe-t-elle pas sur Terre ? Pourquoi ne s'éloigne-t-elle pas de la Terre ?</li> <li>► Peut-on calculer la masse d'une planète ?</li> <li>► Commenter un dossier, préparé par les élèves à l'avance, sur l'expérience de Cavendish (1798). </li> <li>► Pourquoi les astronautes rebondissent-ils en se déplaçant sur la lune ?</li> <li>► Commenter un dossier, préparé par les élèves à l'avance, sur le phénomène des marées et un autre sur les ceintures d'astéroïdes (Kuiper). </li> </ul>	<p><b>III. Interaction gravitationnelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi de gravitation universelle.</li> <li>- Champ de gravitation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence.</li> <li>• Vecteur champ de gravitation <math>\vec{g}</math>, ses caractéristiques.</li> </ul> </li> <li>- Cas particulier : Champ de pesanteur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vecteur champ de pesanteur <math>\vec{g}</math>, ses caractéristiques.</li> <li>• Lignes de champ.</li> <li>• Champ uniforme.</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Applications</u> : phénomènes des marées, ceintures d'astéroïdes (Kuiper).</p>	4 – 5 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expliquer la cohésion du noyau atomique.</li> <li>■ Interpréter la cohésion de la matière : <ul style="list-style-type: none"> <li>- à l'échelle du noyau,</li> <li>- à l'échelle des atomes, des molécules et à notre échelle,</li> <li>- à l'échelle astronomique.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Comment expliquer la cohésion d'un noyau atomique malgré la répulsion électrique mutuelle des protons ?</li> <li>► A quoi est due la cohésion du système solaire?</li> </ul>	<p><b>IV. Interaction forte.</b></p>	1 h

## Commentaires

On énoncera la loi de Coulomb et on mettra en évidence l'existence d'un champ électrique par son action sur un corps chargé.

On se limitera à la visualisation des spectres des champs électriques créés par une charge ponctuelle et par deux charges ponctuelles.

Avec l'interaction aimant – aimant, on distinguera le pôle nord du pôle sud d'un aimant.

L'étude des interactions magnétiques servira à la mise en évidence qualitative du champ magnétique.

On déterminera expérimentalement la direction et le sens du vecteur champ magnétique terrestre et on introduira les angles d'inclinaison et de déclinaison. On donnera à cette occasion les ordres de grandeur de champs magnétiques : de la Terre, d'une bobine, d'un aimant en fer à cheval, d'une bobine supra conductrice ...

On réalisera différents spectres d'aimants et de courants (fil, solénoïde) ; on montrera que les lignes de champ sont orientées.

Pour le champ magnétique créé par un courant circulaire, on se limitera au cas du solénoïde (bobine longue).

On mettra expérimentalement en évidence l'existence des faces nord et sud d'une bobine.

L'expression de la force de Laplace sous forme de produit vectoriel est hors programme ; on donnera la formule :  $\|\vec{F}\| = I\ell\|\vec{B}\|\sin\alpha$ .

L'expérience de la roue de Barlow permettra d'expliquer le principe de fonctionnement du moteur électrique à courant continu.

Au terme de l'étude des interactions électrique et magnétique, on fera remarquer que celles-ci se manifestent toutes les deux entre des

charges électriques. Donc, elles sont de même type : **interaction électromagnétique**.

La loi de gravitation est relative à un couple de points matériels, et peut s'appliquer à des corps homogènes ou à répartition de masse à symétrie sphérique.

On signalera que la chute libre d'un corps est une manifestation de l'existence du champ de pesanteur.

Bien qu'on le confonde à une force de gravitation, le poids d'un corps n'en est pas rigoureusement une à cause de la rotation de la Terre autour d'elle-même.

Pour chaque type d'interaction, on donnera quelques ordres de grandeurs des valeurs des forces mises en jeu.




On procèdera à une analogie formelle entre les interactions newtonienne et coulombienne.



La cohésion des noyaux atomiques, malgré l'interaction électromagnétique répulsive entre protons permettra de faire dégager l'existence de l'interaction forte. Les forces nucléaires seront considérées comme étant des forces fortement attractives entre les nucléons d'un même noyau, c'est-à-dire des forces dont la portée ne dépasse pas la dimension du noyau.

A la fin, on ne manquera pas de comparer les portées des interactions électromagnétique, gravitationnelle et forte et de signaler qu'elles sont considérées comme étant des interactions fondamentales du fait qu'elles permettent d'expliquer la plupart des phénomènes connus actuellement. Toutefois, il n'y a pas lieu d'évoquer l'interaction faible (4<sup>e</sup> type d'interaction fondamentale).



## MOUVEMENTS DE TRANSLATION (16,5 – 20 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Représenter les vecteurs : position, vitesse et accélération d'un mobile.</li> <li>■ Reconnaître la nature du mouvement d'un mobile par recours à l'expérience.</li> <li>■ Connaissant l'expression d'une grandeur cinématique (<math>x</math>, <math>v</math> ou <math>a</math>) en fonction du temps ainsi que les conditions initiales, retrouver les expressions de deux autres.</li> <li>■ Etablir, pour un mouvement rectiligne uniformément varié, la relation : <math>v_2^2 - v_1^2 = 2a \cdot (x_2 - x_1)</math>.</li> <li>■ Caractériser un mouvement rectiligne sinusoïdal par son amplitude <math>X_m</math> et sa période <math>T</math>.</li> <li>■ Etablir la relation (<math>a + \omega^2 x = 0</math>) entre l'accélération <math>a</math> et l'élongation <math>x</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal.</li> <li>■ Appliquer la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton).</li> <li>■ Appliquer le théorème du centre d'inertie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser des enregistrements de mouvements ou faire des mesures de grandeurs cinématiques pour étudier des mouvements rectilignes. </li> <li>► Déterminer par mesure directe (pour les mouvements lents) ou par enregistrement la période <math>T</math> et l'amplitude <math>X_m</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal. </li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation : <math>\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}_G</math> </li> </ul>	<p><b>I- Etude cinématique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités : repérage d'un mobile (vecteur position, coordonnées cartésiennes, abscisse curviligne), vecteur vitesse, vecteur accélération (accélération normale, accélération tangentielle), lois horaires.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniforme.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniformément varié.</li> <li>- Mouvement rectiligne sinusoïdal : définition, équation horaire, vitesse, accélération, amplitude, période, fréquence, pulsation et phase.</li> </ul> <p><b>II. Etude dynamique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton).</li> <li>- Théorème du centre d'inertie.</li> </ul> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissement d'un solide sur un plan incliné ;</li> <li>• Solide isolé ou pseudo isolé.</li> </ul>	7,5 – 9 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer entre autres la valeur d'une grandeur inaccessible à la mesure (force de frottement, réaction d'un support...).</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'un projectile.</li> <li>■ Calculer le travail d'une force électrique.</li> <li>■ Appliquer l'expression du travail d'une force électrique :  <math display="block">W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B).</math> </li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques de la force de Lorentz.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi les vitesses des véhicules sont-elles plus limitées en temps pluvieux qu'en temps sec ?</li> <li>► Sur quoi se base-t-on pour fixer les distances de sécurité routière ?</li> <li>► Etudier expérimentalement la variation de l'énergie cinétique d'un solide en chute libre ou mobile sur un banc à coussin d'air incliné. </li> <li>► Dans quelle direction, par rapport à l'horizontale, un lanceur de poids doit-il effectuer son lancement pour optimiser sa performance ?</li> <li>► Quel est le principe de fonctionnement de l'oscilloscope ?</li> <li>► Expliquer la perturbation de l'image sur l'écran de l'oscilloscope par la présence d'un aimant.</li> <li>► Etudier expérimentalement l'influence de <math>\vec{B}</math>, <math>\vec{v}</math>, et de l'angle <math>\alpha</math> que fait <math>\vec{v}</math> avec <math>\vec{B}</math> sur les caractéristiques de la force de Lorentz. </li> <li>► Comment séparer les isotopes d'un élément chimique?</li> </ul>	<p><b>III. Energie cinétique</b>  <b>III-1. Energie cinétique d'un solide en translation.</b>  <b>III-2. Variation de l'énergie cinétique : Théorème de l'énergie cinétique</b>  <u>Application</u> : Détermination d'une force de liaison.</p> <p><b>IV- Mouvements dans les champs</b>  <b>IV-1. Mouvement dans un champ gravitationnel : Mouvement d'un projectile.</b></p> <p><b>IV -2. Mouvement dans un champ électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail d'une force électrique dans un champ électrique uniforme : notion de différence de potentiel (d.d.p.) électrique</li> <li>- Accélération d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</li> </ul> <p><u>Application</u> : canon à électrons.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déviation d'une particule chargée par un champ électrique uniforme</li> </ul> <p><u>Application</u> : déflexion d'un faisceau d'électrons (oscilloscope).</p> <p><b>IV-3. Mouvement dans un champ magnétique uniforme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme : Force de Lorentz.</li> <li>- Application : spectrographe de masse.</li> </ul>	9 - 11 h

## Commentaires

On se limitera aux mouvements de translation dans le plan.  
Dans les généralités sur la cinématique, on s'intéressera au point matériel.

Pour l'étude cinématique des mouvements, on introduira brièvement la dérivée d'une fonction scalaire et on généralisera aux fonctions vectorielles tout en se limitant à des vecteurs unitaires constants. Il est à noter que les notions introduites ne doivent en aucune manière donner lieu à un développement excessif.

On donnera sans démonstration, les expressions de l'accélération tangentielle et de l'accélération normale. Il est à remarquer que l'étude de « la composition de vitesses » est strictement hors programme.  
Le vecteur déplacement est hors programme.

On énoncera la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton). Il est indiqué de préciser d'emblée que la relation :  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$  traduisant cette loi n'est valable que dans les référentiels galiléens. On saisira cette occasion pour définir le repère de Copernic, le repère géocentrique et pour signaler sans développement excessif le caractère approximativement galiléen de ces repères ainsi que tout repère lié au laboratoire.

L'application du théorème du centre d'inertie à un solide isolé ou pseudo-isolé permettra de vérifier le principe d'inertie.

Le mouvement d'un projectile sera traité uniquement dans le cas d'un champ de pesanteur uniforme.


On montrera que pour un champ électrique uniforme, le travail de la force électrique qui s'exerce sur une charge  $q$  passant d'un point A à un point B ne dépend pas du chemin suivi, il ne dépend que de la valeur de la charge  $q$  et de la différence entre les valeurs d'une grandeur appelée potentiel électrique, caractérisant les états électriques des points A et B du champ. Le potentiel électrique est noté  $V$ .

La différence de potentiel entre deux points A et B d'un champ électrique (notée  $U_{AB} = V_A - V_B$ ) se calcule comme étant le produit scalaire  $\vec{E} \cdot \vec{AB}$ . Par suite, lors d'un déplacement de la charge électrique  $q$  de A vers B, le travail s'écrit :  $W = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot U_{AB}$ .  
On généralisera cette expression du travail pour un champ électrique quelconque.

L'expression de la force de Lorentz sous forme de produit vectoriel est hors programme. On donnera la formule :  $\|\vec{F}\| = |q| \cdot \|\vec{v}\| \cdot \|\vec{B}\| \cdot \sin \alpha$ .

La superposition de deux champs (électrique et magnétique) est hors programme.

## SYSTEMES OPTIQUES ET IMAGES (10 – 11 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Classer les lentilles en lentilles convergentes et lentilles divergentes.</li> <li>■ Déterminer, graphiquement, la position de l'image d'un point objet donnée par une lentille convergente.</li> <li>■ Appliquer la relation de conjugaison des lentilles minces convergentes.</li> <li>■ Réaliser des montages permettant de mesurer la distance focale d'une lentille.</li> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement du microscope.</li> <li>■ Utiliser le modèle réduit de l'œil pour expliquer les défauts de la vision.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Comment allumer un papier à l'aide d'une loupe ?</li> <li>► Comment déterminer si les verres d'une paire de lunettes sont convergents ou divergents ?</li> <li>► Comment expliquer que la loupe agrandit les objets ?</li> <li>► En quoi diffèrent les loupes et les microscopes ?</li> <li>► Pourquoi les lentilles divergentes servent-elles pour les myopes ?</li> <li>► Pourquoi les lentilles convergentes servent-elles pour les hypermétropes ?</li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation de conjugaison et le grandissement. </li> <li>► Comment déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur d'un cheveu ?</li> </ul>	<b>I Les lentilles minces</b> <b>I.1. Classification</b> (divergentes, convergentes). <b>I.2. Définitions :</b> centre optique, axes optiques, foyers, plans focaux, distance focale et vergence. <b>I.3. Images données par une lentille convergente et une lentille divergente :</b> nature et position, relation de conjugaison, grandissement. <b>I.4. Focométrie</b> <u>Applications :</u> œil et microscope.	10 – 11h

### Commentaires

Avant l'étude des lentilles sphériques (ou cylindriques) minces, on généralisera les notions d'objet réel ou virtuel et d'image réelle ou virtuelle pour un système optique.

On définira les caractéristiques des lentilles minces et on décrira les différents types de lentilles.

La distance focale sera considérée comme une grandeur non algébrique alors que la vergence sera considérée comme une grandeur algébrique.

L'étude théorique et expérimentale des lentilles minces se fera dans les conditions de Gauss que l'on précisera.

On établira la relation de conjugaison et on la vérifiera expérimentalement dans le cas d'une lentille convergente.

On donnera le modèle réduit de l'œil et on signalera succinctement les défauts de la vision et leur correction.

On mesurera la distance focale d'une lentille par recours à la relation de conjugaison, par la méthode de Bessel et par celle de Silbermann, toute autre méthode de mesure est hors programme.

Lors d'une activité expérimentale, on amènera les élèves à modéliser un instrument optique simple tel que le microscope et à y tracer la marche d'un faisceau lumineux.

## B. CHIMIE (39 – 42 heures)

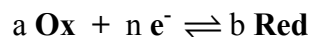
### OXYDOREDUCTION (6 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Interpréter l'action d'un acide sur un métal et celle d'un cation métallique sur un métal par le transfert d'électrons.</li> <li>■ Distinguer l'oxydation de la réduction et l'oxydant du réducteur.</li> <li>■ Représenter un couple oxydant réducteur par son symbole ou son équation formelle.</li> <li>■ Ecrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Faire une classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène.</li> <li>■ Réaliser quelques expériences d'oxydoréduction.</li> <li>■ Interpréter une réaction d'oxydoréduction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi du fer abandonné à l'air rouille facilement ?</li> <li>► Pourquoi protéger les objets métalliques par de la peinture ?</li> <li>► Pourquoi préférer les ustensiles de cuisine en acier inoxydable ?</li> <li>► Pourquoi conseille-t-on d'utiliser des tuyaux de cuivre dans les installations d'eau courante de pluie?</li> </ul>	<p><b>I. Phénomène d'oxydoréduction.</b>  <b>I-1. Action des acides sur les métaux</b>  <b>I-2. Action d'un cation métallique sur un métal</b>  <b>I-3. Définitions :</b> oxydation, réduction, oxydant, réducteur, couple oxydant réducteur, réaction d'oxydo-réduction.</p> <p><b>II. Classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène</b></p> <p><b>III. Etude de quelques réactions d'oxydoréduction :</b>  <b>III-1. par voie humide</b>  <b>III-2. par voie sèche</b></p>	<p>2,5 h</p> <p>1 h</p> <p>2,5 h</p>

## Commentaires

L'étude de l'action de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique dilué à froid sur les métaux ainsi que l'action d'un cation métallique sur un métal servira à définir l'oxydation, la réduction, l'oxydant, le réducteur, la réaction d'oxydoréduction, et à introduire la notion de couple oxydant-réducteur.

A tout couple oxydant réducteur simple, on associe une équation formelle de la forme :



Selon les conditions expérimentales et les réactifs mis en jeu, on observe pour un couple oxydant réducteur donné soit la réduction soit l'oxydation.

Au niveau du paragraphe III, on introduira le nombre d'oxydation comme étant un outil commode à l'identification du réducteur et de l'oxydant lorsque le transfert d'électrons n'est pas évident.

On écrira le nombre d'oxydation en chiffres romains. Il sera déduit pour les édifices simples (exemples :  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ ) à partir du schéma de Lewis. Pour les édifices complexes, on utilisera les règles déduites de la définition.

On traitera expérimentalement un exemple d'oxydoréduction par voie humide et deux exemples par voie sèche parmi ceux des listes suivantes : a)  $(MnO_4^- + Fe^{2+})$  ;  $(S_2O_8^{2-} + I^-)$  ;  $(H_2O_2 + I^-)$ ,  
b)  $(Fe + S)$  ;  $(CuO + C)$  ;  $(Fe_2O_3 + Al)$ .

## ACIDES ET BASES DE BRONSTED (3 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un acide et une base selon Brönsted.</li> <li>■ Ecrire l'équation qui traduit une réaction acide-base.</li> <li>■ Représenter un couple acide-base par son symbole et par son équation formelle.</li> <li>■ Retrouver les couples acide-base mis en jeu dans une réaction acido-basique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► En quoi consiste le détartrage d'une cafetière par exemple et quel est le principe d'un détartrant d'une manière générale ?</li> <li>► Pourquoi utilise-t-on un médicament à base de bicarbonate de soude (hydrogénocarbonate de sodium) pour remédier aux maux d'aigreur ?</li> <li>► Effectuer la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'ammoniac en milieu anhydre.</li> <li>► Que veut-on dire par pluies acides et où résident leurs dangers ?</li> </ul>	<p><b>I. Définition des acides et des bases selon Brönsted</b></p> <p><b>II. Réactions acide-base</b></p> <p><b>III. Couples acide-base.</b></p>	3h

### Commentaires

On rappellera les définitions des acides et des bases selon Arrhenius et on soulignera leurs insuffisances.

Un acide sera défini comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de céder un ion  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.

Une base sera définie comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de capter un ion  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.

Une réaction acide base consiste en un transfert d'ions  $H^+$ .

La définition de Brönsted permettra d'introduire les couples acide-base.

La réaction d'ionisation de l'eau permettra d'introduire les deux couples de l'eau  $H_3O^+ / H_2O$  et  $H_2O / OH^-$ .

On peut considérer que  $H^+$  est fixé à une molécule d'eau pour donner  $H_3O^+$  et que celui-ci est entouré de molécules d'eau.

**CHIMIE ORGANIQUE** (22,5 – 25 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser des expériences simples d'analyse qualitative d'un composé organique.</li> <li>Retrouver la formule brute d'un composé à partir des résultats d'une étude quantitative.</li> <li>Distinguer un isomère de chaîne d'un isomère de position.</li> <li>Nommer un alcool.</li> <li>Réaliser des expériences simples communes aux alcools.</li> <li>Réaliser des expériences simples distinctives des trois classes d'alcool.</li> <li>Distinguer expérimentalement entre un aldéhyde et une cétone.</li> <li>Distinguer les trois classes d'alcool.</li> <li>Reconnaître et nommer un acide carboxylique.</li> <li>Reconnaître les principales propriétés chimiques d'un acide carboxylique.</li> <li>Reconnaître et nommer :               <ul style="list-style-type: none"> <li>un ester,</li> <li>un anhydride d'acide,</li> <li>un chlorure d'acyle.</li> </ul> </li> <li>Ecrire l'équation de la synthèse d'un dérivé d'acide à partir de l'acide ou à partir d'un autre dérivé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quels sont les éléments chimiques qui rentrent dans la composition du sucre, de l'amidon, de l'urée... ?</li> <li>Comment reconnaître pratiquement une substance inorganique ?</li> <li>Réaliser la pyrolyse de la sciure de bois ?</li> <li>Effectuer la combustion du butane (ou du méthane, du sucre,...).</li> <li>Réaliser la réaction de la chaux sodée avec l'urée.</li> <li>A quoi sont dues les odeurs caractéristiques d'un milieu hospitalier ?</li> <li>Comment contrôler le degré d'alcool chez un conducteur de voiture ?</li> <li>Comment expliquer la transformation du jus de fruit en vinaigre ?</li> <li>Réaliser la réaction de l'acide chlorhydrique avec le méthyl propan-2-ol.</li> <li>Effectuer la réaction de l'acide éthanoïque avec l'éthanol en présence d'acide sulfurique concentré et caractériser la formation de l'éthanoate d'éthyle par son odeur (odeur de colle forte).</li> <li>Comment explique-t-on le goût aigre du lait caillé ?</li> </ul>	<p><b>I. Analyse des composés organiques</b></p> <p><b>I-1. Analyse qualitative</b></p> <p><b>I-2. Analyse quantitative, formule brute</b></p> <p><b>II. Composés oxygénés</b></p> <p><b>II-1. Alcools aliphatiques saturés</b></p> <p>1. Structure, classes et nomenclature.</p> <p>2. Réactivité chimique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Combustion.</li> <li>Réaction avec un hydracide halogéné.</li> <li>Déshydratation inter et intramoléculaire.</li> <li>Oxydation ménagée.</li> <li>Réaction avec l'acide éthanoïque.</li> </ul> <p><u>Applications</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ethylotest.</li> <li>Oxydation biochimique.</li> </ul> <p><b>II-2. Acides carboxyliques aliphatiques saturés</b></p> <p>1. Structure et nomenclature.</p> <p>2. Ionisation dans l'eau.</p> <p>3. Propriétés acides.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Action sur le B.B.T.</li> <li>Action sur les métaux.</li> </ul> <p>4. Réaction avec les alcools : estérification.</p> <p>5. Dérivés d'acides carboxyliques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chlorures d'acyle,</li> <li>Anhydrides d'acide,</li> <li>Esters.</li> </ul>	<p>3,5 h</p> <p>4,5 - 5 h</p> <p>4,5 - 5,5 h</p>



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître et nommer une amine.</li> <li>■ Reconnaître la géométrie de l'azote dans une amine.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples communes aux amines.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples distinctives des trois classes d'amines.</li> <li>■ Distinguer les trois classes d'amines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► A quoi est due cette bonne odeur de mer émanant des poissons frais ?</li> <li>► A mêmes concentrations, comparer les pH ou les conductibilités électriques d'une solution d'éthylamine et d'une solution aqueuse de soude.</li> <li>► Dégager expérimentalement les réactivités distinctives des différentes classes d'amines.</li> </ul>	<b>III- Composés azotés</b> <b>III-1. Les amines aliphatiques</b> 1. Définition- nomenclature. 2. Structure des amines : - géométrie de l'azote dans les amines. - les trois classes d'amines. 3. Réactivité chimique : - caractère basique des amines. - réactions avec l'acide nitreux.	4 – 4,5 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer par leurs structures entre un acide <math>\alpha</math> aminé, un acide <math>\beta</math> aminé et un acide <math>\gamma</math> aminé.</li> <li>■ Reconnaître et nommer un acide <math>\alpha</math> aminé.</li> <li>■ Décrire la liaison peptidique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quelles sont les substances qui représentent le code génétique dans la nature ?</li> <li>► Qu'est-ce que le glycolle ?</li> <li>► On dit que les protéines sont comparables à des « colliers » constitués de mille à plusieurs milliers de perles. Que désigne-t-on par « perles » ?</li> </ul>	<b>III-2. Acides aminés aliphatiques et protéines</b> 1. Structure et formule générale des acides aminés (acides $\alpha$ aminés, acides $\beta$ aminés, acides $\gamma$ aminés...) 2. Les acides $\alpha$ aminés : - nomenclature. - les acides $\alpha$ aminés en solution aqueuse. 3. Des acides $\alpha$ aminés aux protéines : la liaison peptidique. 4. Polypeptides et protéines : - définition. - structure des protéines.	4 – 4,5 h
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer entre polypeptides et protéines.</li> <li>■ Reconnaître une fonction organique.</li> <li>■ Distinguer les différentes fonctions organiques.</li> <li>■ Reconnaître des isomères de fonctions.</li> <li>■ Retrouver les différentes transformations chimiques permettant de passer d'une fonction à une autre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Qu'est-ce qu'ils ont en commun, les tissus vivants tels que les cheveux, les muscles, la peau, la soie, la laine... ?</li> <li>► Comment se déroule la synthèse des protéines dans l'organisme humain ?</li> <li>► Quelle est la structure des enzymes ?</li> <li>► Quelle différence y a-t-il entre peptide, polypeptide et protéine ?</li> <li>► Quel est le rôle des polypeptides dans l'organisme humain ?</li> </ul>	<b>IV- Notion de fonction organique</b>	2 h

## Commentaires

On signalera la notion d'isomérisie à chaque fois lorsque l'occasion se présente.

On se limitera aux composés organiques ne renfermant pas plus de huit atomes de carbone.

Pour l'analyse des composés organiques, on se limitera à ceux de type  $C_xH_y$ ,  $C_xH_yO$ ,  $C_xH_yO_2$  et  $C_xH_yN$ .

On signalera l'existence des polyalcools et des polyacides carboxyliques.



On se limitera à une étude qualitative de l'estérification et on signalera que cette réaction est lente et limitée par la réaction d'hydrolyse.

Pour les composés dérivés des acides carboxyliques (esters, anhydrides et chlorures d'acides), la nomenclature ne doit pas faire l'objet d'une étude systématique. On se limitera aux dérivées ne renfermant pas plus de six atomes de carbone.

A partir d'une étude expérimentale, on montrera qu'une amine est une base faible.

Dans les énoncés des objectifs visant la reconnaissance des composés oxygénés et azotés étudiés, on s'appuiera sur le groupement fonctionnel sans mentionner le qualificatif « fonctionnel » avant d'avoir introduit la notion de fonction chimique.

## MESURE D'UNE QUANTITE DE MATIERE (3,5 – 4 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Titrer une solution aqueuse par réaction acide-base ou par réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Calculer la conductance <math>G</math> d'une portion de solution électrolytique.</li> <li>■ Tracer la courbe d'étalonnage <math>G = f(C)</math> pour des solutions titrées.</li> <li>■ Exploiter une courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration inconnue d'une solution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Doser une solution aqueuse de diiode par une solution de thiosulfate de sodium. </li> <li>► Comment détermine-t-on la composition d'une eau minérale ?</li> <li>► Comment reconnaître la bonne qualité d'une huile d'olive ?</li> <li>► Comment mesurer le degré de pollution de l'air?</li> <li>► A partir d'une solution de chlorure de sodium de concentration donnée, préparer par dilution plusieurs solutions de concentrations connues.</li> <li>► Par application de la loi d'Ohm et dans les mêmes conditions, mesurer leurs conductances, tracer la courbe d'étalonnage <math>G = f(C)</math> et l'exploiter pour déterminer la concentration d'un sérum physiologique. </li> </ul>	<p><b>I. Détermination d'une quantité de matière à l'aide d'une réaction chimique</b></p> <p><b>I-1. Dosage acido-basique</b></p> <p><b>I-2. Dosage iodométrique</b>  <u>Application</u> : Détermination de la qualité d'une huile d'olive avec le calcul de son taux d'insaturation.</p> <p><b>II. Détermination d'une quantité de matière par mesure d'une grandeur physique</b></p> <p><b>II-1. Masse, volume et concentration</b></p> <p><b>II-2. Conductance électrique</b></p>	3,5 – 4 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

### Commentaires

On rappellera l'équivalence acido-basique et on calculera la molarité d'une solution acide ou d'une solution basique.

On rappellera la relation entre la quantité de matière et les grandeurs physiques : masse, volume et concentration.

On ne parlera ni de conductivité ni des facteurs dont dépend la conductance d'une solution électrolytique.

## EVOLUTION D'UN SYSTEME CHIMIQUE (4 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer l'avancement d'une réaction.</li> <li>■ Calculer l'avancement final d'une réaction.</li> <li>■ Calculer l'avancement maximal d'une réaction.</li> <li>■ Calculer le taux d'avancement final d'une réaction chimique.</li> <li>■ Déterminer le caractère total ou limité d'une réaction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser l'expérience des ions iodure avec les ions peroxodisulfates <math>S_2O_8^{2-}</math>, calculer son avancement <math>x</math> à un instant <math>t</math> donné.</li> <li>► Comparer l'avancement final de la réaction des ions iodures <math>I^-</math> avec les ions peroxodisulfates <math>S_2O_8^{2-}</math> à son avancement maximal.</li> <li>► Par mesure du pH, comparer l'avancement final de la réaction de dissociation de l'acide éthanoïque dans l'eau à son avancement maximal</li> <li>► La transformation d'un système chimique est-elle toujours totale ?</li> </ul>	<p><b>I- Avancement d'une réaction chimique</b>  <b>I-1. Système chimique et transformation chimique</b>  <b>I-2. Notion d'avancement d'une réaction</b></p> <p><b>II- Transformation totale et transformation limitée</b>  <b>II-1. Avancement final et avancement maximal</b>  <b>II-2. Taux d'avancement final d'une réaction chimique :</b>  - Cas d'une réaction totale,  - Cas d'une réaction limitée.</p>	4 h

### Commentaire

On exprimera l'avancement  $x$  en mole.

A partir d'une étude expérimentale de la réaction des ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}$  (ou de l'eau oxygénée  $H_2O_2$ ) avec les ions iodure  $I^-$ , on montrera, qualitativement, l'importance du facteur temps dans l'évolution d'une transformation chimique.

Lors de l'étude de l'évolution temporelle d'une transformation chimique, il sera commode de consigner les compositions du système en

quantités de matière (réactifs et produits) dans un tableau. Un tel tableau pourra être appelé tableau descriptif ou tableau d'avancement.

Si une transformation chimique se produit à volume constant, dans un système constitué d'une seule phase, il conviendra d'utiliser l'avancement volumique (avancement par unité de volume).

On définira le taux d'avancement final d'une réaction chimique comme étant le quotient de son avancement final  $x_f$  sur son avancement maximal  $x_{max}$ .



# **Section**

# **Sciences Techniques**

# A. PHYSIQUE (54 – 62 heures)

## INTERACTION ELECTROMAGNETIQUE (15 – 17 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi de Coulomb.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ électrique créé par une charge ponctuelle.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ électrique.</li> <li>■ Représenter une force électrique.</li> <li>■ Appliquer la relation vectorielle <math>\vec{F} = q\vec{E}</math>.</li> <li>■ Reconnaître, d'après la forme du spectre électrique, le champ électrique créé par une charge ponctuelle, le champ électrique créé par deux charges ponctuelles et le champ électrique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Etudier expérimentalement l'interaction entre deux pendules électriques et l'influence des facteurs dont-elle dépend ?</li> <li>► Pourquoi une averse soudaine après des coups d'éclair et des tonnerres intenses ?</li> <li>► Réaliser le spectre d'un champ électrique créé par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• une charge électrique ponctuelle,</li> <li>• deux charges électriques,</li> <li>• un champ électrique uniforme.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I. Interaction électrique</b></p> <p><b>I-1. Loi de Coulomb</b></p> <p><b>I-2. Champ électrique</b></p> <p>- Champ électrique créé par une charge ponctuelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Vecteur champ électrique <math>\vec{E}</math></li> <li>• Force électrique <math>\vec{F} = q\vec{E}</math></li> <li>• Spectre et lignes de champ</li> </ul> <p>- Cas de deux charges ponctuelles</p> <p>- Champ électrique uniforme</p>	4,5 – 5h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement une interaction magnétique.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique.</li> <li>■ Reconnaître un champ magnétique uniforme à partir de la forme de son spectre.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ magnétique.</li> <li>■ Utiliser un teslamètre.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement la force de Laplace.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace.</li> <li>■ Expliquer le fonctionnement d'un moteur à courant continu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Qu'est ce que l'aurore boréale ? Pourquoi est-elle fréquente aux grandes latitudes ?</li> <li>▶ Commenter un dossier préparé par les élèves sur la lévitation magnétique. </li> <li>▶ A l'aide de petites aiguilles aimantées, mettre en évidence le champ magnétique terrestre <math>\vec{B}_T</math> et vérifier qu'il est uniforme dans une région très limitée de l'espace.</li> <li>▶ Réaliser les spectres magnétiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un aimant droit</li> <li>- d'un aimant en U</li> <li>- d'un courant continu (fil et solénoïde).</li> </ul> </li> <li>▶ Etudier expérimentalement, dans le cas d'un solénoïde, l'influence de l'intensité du courant et celle du nombre de spires par unité de longueur sur la valeur du vecteur champ <math>\vec{B}</math>. </li> <li>▶ Quel est le principe de fonctionnement du moteur d'un jouet électrique, de celui d'un baladeur CD, d'un appareil de mesure électrique à aiguille ?</li> <li>▶ Etudier expérimentalement les facteurs dont dépend la force de Laplace.</li> </ul>	<p><b>II. Interaction magnétique</b></p> <p><b>II-1. Les différents types d'interactions magnétiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactions aimant-aimant,</li> <li>- Interaction aimant-courant,</li> <li>- Interaction courant-courant.</li> </ul> <p><u>Application</u> : la lévitation magnétique.</p> <p><b>II-2. Champ magnétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de champ magnétique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Spectre et lignes de champ</li> <li>• Vecteur champ magnétique <math>\vec{B}</math></li> </ul> </li> <li>- Champ magnétique uniforme</li> <li>- Champ magnétique terrestre</li> <li>- Champ magnétique créé par un courant continu : Cas d'un courant circulaire</li> </ul> <p><b>II-3. Force de Laplace</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence.</li> <li>- Caractéristiques.</li> </ul> <p><u>Application</u> : le moteur électrique à courant continu.</p>	10,5 – 12 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

## Commentaires

On énoncera la loi de Coulomb et on mettra en évidence l'existence d'un champ électrique par son action sur un corps chargé.

On se limitera à la visualisation des spectres des champs électriques créés par une charge ponctuelle et par deux charges ponctuelles.

Avec l'interaction aimant – aimant, on distinguera le pôle nord du pôle sud d'un aimant.

L'étude des interactions magnétiques servira à la mise en évidence qualitative du champ magnétique.

On déterminera expérimentalement la direction et le sens du vecteur champ magnétique terrestre et on introduira les angles d'inclinaison et de déclinaison. On donnera à cette occasion les ordres de grandeur de champs magnétiques : de la Terre, d'une bobine, d'un aimant en fer à cheval, d'une bobine supra conductrice ...

On réalisera différents spectres d'aimants et de courants (fil, solénoïde) ; on montrera que les lignes de champ sont orientées.

Pour le champ magnétique créé par un courant circulaire, on se limitera au cas du solénoïde (bobine longue).

On mettra expérimentalement en évidence l'existence des faces nord et sud d'une bobine.




L'expression de la force de Laplace sous forme de produit vectoriel est hors programme ; on donnera la formule  $\|\vec{F}\| = I\ell\|\vec{B}\|\sin\alpha$ .




L'expérience de la roue de Barlow permettra d'expliquer le principe de fonctionnement du moteur électrique à courant continu.


Au terme de l'étude des interactions électrique et magnétique, on fera remarquer que celles-ci se manifestent toutes les deux entre des charges électriques. Donc, elles sont de même type : **interaction électromagnétique**.



## MOUVEMENTS (24 – 28 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Représenter les vecteurs : position, vitesse et accélération d'un mobile.</li> <li>■ Reconnaître la nature du mouvement d'un mobile par recours à l'expérience.</li> <li>■ Connaissant l'expression d'une grandeur cinématique (<math>x</math>, <math>v</math> ou <math>a</math>) en fonction du temps ainsi que les conditions initiales, retrouver les expressions des deux autres.</li> <li>■ Etablir, pour un mouvement rectiligne uniformément varié, la relation :  <math display="block">v_2^2 - v_1^2 = 2a \cdot (x_2 - x_1)</math></li> <li>■ Caractériser un mouvement rectiligne sinusoïdal par son amplitude <math>X_m</math> et sa période <math>T</math>.</li> <li>■ Etablir la relation (<math>a + \omega^2 x = 0</math>) entre l'accélération <math>a</math> et l'élongation <math>x</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal.</li> <li>■ Appliquer la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton).</li> <li>■ Appliquer le théorème du centre d'inertie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser des enregistrements de mouvements ou faire des mesures de grandeurs cinématiques pour étudier des mouvements rectilignes. </li> <li>► Déterminer par mesure directe (pour les mouvements lents) ou par enregistrement la période <math>T</math> et l'amplitude <math>X_m</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal. </li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation :  <math display="block">\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}_G</math> </li> </ul>	<p><b>I. Solide en translation</b></p> <p><b>I-1. Etude cinématique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités : repérage d'un mobile (vecteur position, coordonnées cartésiennes, abscisse curviligne), vecteur vitesse, vecteur accélération (accélération normale, accélération tangentielle), lois horaires.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniforme.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniformément varié.</li> <li>- Mouvement rectiligne sinusoïdal : définition, équation horaire, vitesse, accélération, amplitude, période, fréquence, pulsation et phase.</li> </ul> <p><b>I-2. Etude dynamique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton)</li> <li>- Théorème du centre d'inertie</li> </ul> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissement d'un solide sur un plan incliné,</li> <li>• Solide isolé ou pseudo isolé.</li> </ul>	7,5 – 9 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer un mouvement de rotation uniforme d'un mouvement de rotation uniformément varié.</li> <li>■ Reconnaître la nature du mouvement d'un solide en rotation, par recours à l'expérience.</li> <li>■ Connaissant l'expression d'une grandeur cinématique (<math>\theta</math>, <math>\dot{\theta}</math> ou <math>\ddot{\theta}</math>) en fonction du temps ainsi que les conditions initiales, retrouver les expressions des deux autres.</li> <li>■ Etablir, pour un mouvement de rotation uniformément varié, la relation : <math>\dot{\theta}_2^2 - \dot{\theta}_1^2 = 2\ddot{\theta}(\theta_2 - \theta_1)</math>.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique de rotation.</li> <li>■ Calculer l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Calculer l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe.</li> <li>■ Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour déterminer entre autres la valeur d'une grandeur inaccessible à la mesure (force de frottement, réaction d'un support...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser des enregistrements de mouvements ou faire des mesures de grandeurs cinématiques pour étudier des mouvements de rotation d'un solide. </li> <li>► Déterminer expérimentalement l'accélération angulaire d'un solide en mouvement de rotation uniformément varié.</li>   <li>► Vérifier expérimentalement la relation :  <math display="block">\Sigma \mathcal{M} = J \cdot \ddot{\theta}</math> </li>   <li>► Pourquoi les vitesses des véhicules sont-elles plus limitées en temps pluvieux qu'en temps sec ?</li> <li>► Sur quoi se base-t-on pour fixer les distances de sécurité routière ?</li> <li>► Etudier expérimentalement la variation de l'énergie cinétique d'un solide en chute libre ou mobile sur un banc à coussin d'air incliné. </li> <li>► Réaliser des chocs (élastiques et inélastiques) entre deux planeurs sur un banc à coussin d'air et mesurer leurs vitesses avant et après le choc, comparer les énergies cinétiques du système des deux planeurs avant et après le choc. </li> </ul>	<p><b>II. Solide en rotation autour d'un axe fixe</b>  <b>II-1. Etude cinématique</b>  - Généralités : abscisse angulaire, vitesse angulaire, accélération angulaire.  - Mouvement de rotation uniforme.  - Mouvement de rotation uniformément varié.</p> <p><b>II-2. Etude dynamique</b>  - Relation fondamentale de la dynamique de rotation appliquée à un solide mobile autour d'un axe fixe passant par son centre de gravité.  <u>Application</u> : détermination du moment d'un couple de frottement supposé constant.</p> <p><b>III. Energie cinétique</b>  <b>III-1. Energie cinétique d'un solide en translation</b>  <b>III-2. Energie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe</b>  <b>III-3. Variation de l'énergie cinétique : théorème de l'énergie cinétique</b>  <u>Applications</u> :  - Détermination d'une force de liaison.  - Choc élastique et choc inélastique.</p>	8.5 – 10 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer le travail d'une force électrique.</li> <li>■ Appliquer l'expression du travail d'une force électrique :  <math display="block">W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)</math></li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Déterminer les caractéristiques de la force de Lorentz.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de fonctionnement de l'oscilloscope ?</li> <li>► Expliquer la perturbation de l'image sur l'écran de l'oscilloscope par la présence d'un aimant.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>► Etudier expérimentalement l'influence de <math>\vec{B}</math>, <math>\vec{v}</math>, et de l'angle <math>\alpha</math> que fait <math>\vec{v}</math> avec <math>\vec{B}</math> sur les caractéristiques de la force de Lorentz. </li> <li>► Comment séparer les isotopes d'un élément chimique?</li> </ul>	<p><b>IV. Mouvements dans les champs</b></p> <p><b>IV-1. Mouvement dans un champ électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail d'une force électrique dans un champ électrique uniforme : notion de différence de potentiel (d.d.p.) électrique.</li> <li>- Accélération d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.  <u>Application</u> : canon à électrons.</li> <li>- Déviation d'une particule chargée par un champ électrique uniforme.  <u>Application</u> : déflexion d'un faisceau d'électrons (oscilloscope).</li> </ul> <p><b>IV-2. Mouvement dans un champ magnétique uniforme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme : force de Lorentz.  <u>Applications</u> : télévision, spectrographe de masse.</li> </ul>	8 – 9 h

## Commentaires

On se limitera aux mouvements de translation dans le plan.

L'étude des mouvements combinés est hors programme.

Dans les généralités sur la cinématique, on s'intéressera au point matériel.

Pour l'étude cinématique des mouvements, on introduira brièvement la dérivée d'une fonction scalaire et on généralisera aux fonctions vectorielles tout en se limitant à des vecteurs unitaires constants. Il est à

noter que les notions introduites ne doivent en aucune manière donner lieu à un développement excessif.

On donnera sans démonstration, les expressions de l'accélération tangentielle et de l'accélération normale.

Il est à remarquer que l'étude de « la composition de vitesses » est strictement hors programme.

Le vecteur déplacement est hors programme.

Au niveau de l'étude cinématique des mouvements, on signalera que la translation d'un solide peut être curviligne, on la définira et on en donnera des exemples.

Lors de l'étude de la rotation d'un solide autour d'un axe fixe, on ne manquera pas de signaler la relation entre grandeurs linéaires relatives à un point de ce solide et grandeurs angulaires.

On énoncera la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton). Il est indiqué de préciser d'emblée que la relation  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$  traduisant cette loi n'est valable que dans les référentiels galiléens. On saisira cette occasion pour définir le repère de Copernic, le repère géocentrique et pour signaler sans développement excessif le caractère approximativement galiléen de ces repères ainsi que tout repère lié au laboratoire.

L'application du théorème du centre d'inertie à un solide isolé ou pseudo-isolé permettra de vérifier le principe d'inertie.

A l'occasion de l'énonciation de la relation fondamentale de la dynamique appliquée aux solides en rotation, on définira le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe fixe et on donnera sans calcul le moment d'inertie de quelques solides homogènes de formes géométriques simples par rapport à leur axe de révolution.

On donnera l'expression de l'énergie cinétique d'un point matériel et on exprimera celle d'un système matériel.

On établira l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et celle d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.

On montrera à partir d'exemples que toute force (intérieure ou extérieure) dont le travail est non nul fait varier l'énergie cinétique du système, ce qui amènera à énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

On traitera comme exemple de conservation de l'énergie cinétique le choc élastique et comme exemple de non conservation du même type d'énergie le choc inélastique de deux solides en translation. Pour le choc inélastique, on se limitera au choc mou.

Toute force intérieure à un système dont le travail permet un transfert d'énergie vers l'extérieur telle que la force de frottement, est appelée force dissipative.


On montrera que pour un champ électrique uniforme, le travail de la force électrique qui s'exerce sur une charge  $q$  passant d'un point A à un point B ne dépend pas du chemin suivi, il ne dépend que de la valeur de la charge  $q$  et de la différence entre les valeurs d'une grandeur appelée potentiel électrique, caractérisant les états électriques des points A et B du champ. Le potentiel électrique est noté  $V$ .

La différence de potentiel entre deux points A et B d'un champ électrique (notée  $U_{AB} = V_A - V_B$ ) se calcule comme étant le produit scalaire  $\vec{E} \cdot \vec{AB}$ . Par suite, lors d'un déplacement de la charge électrique  $q$  de A vers B, le travail s'écrit :  $W = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot U_{AB}$ .

On généralisera cette expression du travail pour un champ électrique quelconque.

L'expression de la force de Lorentz sous forme de produit vectoriel est hors programme. On donnera la formule :  $\|\vec{F}\| = |q| \cdot \|\vec{v}\| \cdot \|\vec{B}\| \cdot \sin \alpha$ .

## AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL (7 – 8 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Modéliser un amplificateur opérationnel.</li> <li>► Idéaliser un amplificateur opérationnel.</li> <li>► Polariser un amplificateur opérationnel.</li> <li>► Etablir l'expression de la tension de sortie <math>u_S</math> en fonction de la tension d'entrée <math>u_E</math> dans quelques montages de l'amplificateur opérationnel.</li> <li>► Tracer la caractéristique de transfert <math>u_S = f(u_E)</math> d'un montage à amplificateur opérationnel monté en boucle fermée à réaction sur l'entrée inverseuse (ou négative).</li> <li>► Réaliser quelques montages avec un amplificateur opérationnel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Certaines puces électroniques (ou circuits intégrés) portent le nom d'amplificateur opérationnel, pourquoi une telle qualification ?</li> <li>► Réaliser un diviseur de tension en charge (utiliser un résistor comme charge), mesurer la tension <math>U_S</math> aux bornes de la charge, insérer un montage suiveur entre le diviseur de tension et la charge utilisée, mesurer de nouveau <math>U_S</math> et la comparer à la valeur trouvée à la première ainsi qu'à celle de la tension d'entrée <math>U_E</math>. </li> </ul>	<p><b>I. Description et brochage</b></p> <p><b>II. Fonction de base : amplification de différence de tensions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle réel.</li> <li>- Modèle idéal.</li> </ul> <p><b>III. Etude de quelques montages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage amplificateur non inverseur.</li> <li>- Montage suiveur.</li> </ul> <p><u>Application</u> : transformation d'un générateur de tension non idéal en un générateur de tension idéal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage amplificateur inverseur.</li> <li>- Montage sommateur inverseur.</li> </ul>	7 - 8 h


### Commentaires

On présentera l'amplificateur opérationnel comme un quadripôle et on signalera que ce composant électronique de structure complexe est un exemple de circuit intégré linéaire.

On caractérisera l'amplificateur opérationnel par son coefficient d'amplification de différence  $A_d = \frac{u_S}{u_E}$  (très grand pour un amplificateur opérationnel réel et infini pour un amplificateur opérationnel idéal).

Pour chaque montage considéré, on établira la tension de sortie  $u_S$  en fonction de la tension d'entrée  $u_E$ , en supposant que l'amplificateur opérationnel est idéal. C'est à l'enseignant de décider si cette étude théorique viendra avant ou bien après l'étude expérimentale.

## SYSTEMES OPTIQUES ET IMAGES (8 – 9 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Classifier les lentilles en lentilles convergentes et lentilles divergentes.</li> <li>■ Déterminer, graphiquement la position de l'image d'un point objet, donnée par une lentille convergente.</li> <li>■ Appliquer la relation de conjugaison aux lentilles minces convergentes.</li> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement d'une loupe, d'un appareil de projection et d'un rétroprojecteur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Comment brûler un papier à l'aide d'une loupe ?</li> <li>▶ Pourquoi les lentilles convergentes servent-elles pour les hypermétropes ?</li> <li>▶ Vérifier expérimentalement la relation de conjugaison et le grandissement pour une lentille convergente </li> <li>▶ Comment déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur d'un cheveu ?</li> <li>▶ Comment expliquer que la loupe agrandit les objets ?</li> </ul>	<p><b>Les lentilles minces</b></p> <p><b>1. Classification</b> (divergentes, convergentes).</p> <p><b>2. Définitions</b> : centre optique, axes optiques, foyers, plans focaux, distance focale et vergence.</p> <p><b>3. Image donnée par une lentille convergente</b> : nature et position, relation de conjugaison, grandissement.</p> <p><u>Applications</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loupe.</li> <li>- Appareil de projection de diapositives.</li> <li>- Rétroprojecteur.</li> </ul>	8 - 9 h

### Commentaires

Avant l'étude des lentilles sphériques (ou cylindriques) minces, on généralisera les notions d'objet réel ou virtuel d'image réelle ou virtuelle pour un système optique.

On définira les caractéristiques des lentilles minces et on décrira les différents types de lentilles.

La distance focale sera considérée comme une grandeur non algébrique alors que la vergence sera considérée comme une grandeur algébrique.

L'étude théorique et expérimentale des lentilles minces se fera dans les conditions de Gauss que l'on précisera.

On établira la relation de conjugaison et on la vérifiera expérimentalement dans le cas d'une lentille convergente.

On déterminera la distance focale d'une lentille mince convergente par recours à la relation de conjugaison, toute autre méthode de mesure est hors programme.

## B. CHIMIE (29 – 32 heures)

### OXYDOREDUCTION (7,5 – 8,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Interpréter l'action d'un acide sur un métal et celle d'un cation métallique sur un métal par le transfert d'électrons.</li> <li>■ Distinguer l'oxydation de la réduction et l'oxydant du réducteur.</li> <li>■ Représenter un couple oxydant réducteur par son symbole ou son équation formelle.</li> <li>■ Ecrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Faire une classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène.</li> <li>■ Réaliser quelques expériences d'oxydoréduction.</li> <li>■ Interpréter une réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Interpréter le phénomène de corrosion.</li> <li>■ Expliquer le principe de protection des métaux contre la corrosion, par revêtement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi du fer abandonné à l'air rouille facilement ?</li> <li>► Pourquoi protéger les objets métalliques par de la peinture ?</li> <li>► Pourquoi préférer les ustensiles de cuisine en acier inoxydable ?</li> <li>► Pourquoi conseille-t-on d'utiliser des tuyaux de cuivre dans les installations d'eau courante de pluie ?</li> <li>► Qu'est ce que la corrosion atmosphérique ?</li> <li>► Pourquoi les objets en fer, abandonnés dans la nature, sont rapidement corrodés ?</li> <li>► Quel est le rôle d'une peinture sur le portail en fer ?</li> <li>► Pourquoi la galvanisation d'une carrosserie de voiture ?</li> <li>► Y a-t-il moyens de protéger les métaux de la corrosion ?</li> </ul>	<p><b>I. Phénomène d'oxydoréduction.</b>  <b>I-1. Action des acides sur les métaux.</b>  <b>I-2. Action d'un cation métallique sur un métal.</b>  <b>I-3. Définitions :</b> oxydation, réduction, oxydant, réducteur, couple oxydant réducteur et réaction d'oxydoréduction.</p> <p><b>II. Classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène.</b></p> <p><b>III. Etude de quelques réactions d'oxydoréduction :</b>  <b>III-1. par voie humide.</b>  <b>III-2. par voie sèche.</b></p> <p><b>IV. Corrosion des métaux :</b>  <b>IV-1. Processus chimique.</b>  <b>IV-2. Protection.</b></p>	7,5 – 8,5 h

## Commentaires

L'étude de l'action de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique dilué à froid sur les métaux ainsi que l'action d'un cation métallique sur un métal servira à définir l'oxydation, la réduction, l'oxydant, le réducteur, la réaction d'oxydoréduction, et à introduire la notion de couple oxydant-réducteur.

A tout couple oxydant réducteur simple, on associe une équation formelle de la forme :  $a \text{ Ox} + n \text{ e}^- \rightleftharpoons b \text{ Red}$

Selon les conditions expérimentales et les réactifs mis en jeu, on observe pour un couple oxydant-réducteur donné soit la réduction soit l'oxydation.

Au niveau du paragraphe III, on introduira le nombre d'oxydation comme étant un outil commode à l'identification du réducteur et de l'oxydant lorsque le transfert d'électrons n'est pas évident.

On écrira le nombre d'oxydation en chiffres romains. Il sera déduit pour les édifices simples (exemples :  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) à partir du schéma de Lewis. Pour les édifices complexes, on utilisera les règles déduites de la définition.

On insistera sur les incidences graves de la corrosion sur l'économie.

On traitera expérimentalement un exemple d'oxydoréduction par voie humide et un exemple par voie sèche parmi ceux des listes suivantes :

- a)  $(\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+})$  ;  $(\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^-)$ ,
- b)  $(\text{Fe} + \text{S})$  ;  $(\text{CuO} + \text{C})$  ;  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al})$ .



## ACIDES ET BASES (3,5 – 4 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un acide et une base selon Brönsted.</li> <li>■ Ecrire l'équation qui traduit une réaction acide-base.</li> <li>■ Représenter un couple acide-base par son symbole et par son équation formelle.</li> <li>■ Retrouver les couples acide-base mis en jeu dans une réaction acido-basique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► En quoi consiste le détartrage d'une cafetière par exemple et quel est le principe d'un détartrant d'une manière générale ?</li> <li>► Pourquoi utilise t-on un médicament à base de bicarbonate de soude (hydrogénocarbonate de sodium) pour remédier aux maux d'aigreur ?</li> <li>► Effectuer la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'ammoniac en milieu anhydre.</li> <li>► Que veut-on dire par pluies acides et où résident leurs dangers ?</li> </ul>	<p><b>I. Définition des acides et des bases selon Brönsted</b></p> <p><b>II. Réactions acide-base</b></p> <p><b>III. Couples acide-base.</b></p>	3,5 - 4h

### Commentaires

On rappellera les définitions des acides et des bases selon Arrhenius et on soulignera leurs insuffisances.

Un acide sera défini comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de céder un ion  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.

Une base sera définie comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de capter un ion  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.



Une réaction acide base consiste en un transfert d'ions  $H^+$ .

La définition de Brönsted permettra d'introduire les couples acide-base.

La réaction d'ionisation de l'eau permettra d'introduire les deux couples de l'eau  $H_3O^+ / H_2O$  et  $H_2O / OH^-$

On peut considérer que  $H^+$  est fixé à une molécule d'eau pour donner  $H_3O^+$  et que celui-ci est entouré de molécules d'eau.

## MESURE D'UNE QUANTITE DE MATIERE (5,5 – 6 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Titrer une solution aqueuse par réaction acide-base ou par réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Calculer la conductance <math>G</math> d'une portion de solution électrolytique.</li> <li>■ Tracer la courbe d'étalonnage <math>G=f(C)</math> pour des solutions titrées.</li> <li>■ Exploiter une courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration inconnue d'une solution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Doser une solution aqueuse de permanganate de potassium par une solution de fer II. </li> <li>► Comment détermine-t-on la composition d'une eau minérale ?</li> <li>► A partir d'une solution de chlorure de sodium de concentration donnée, préparer par dilution plusieurs solutions de concentrations connues.</li> <li>► Par application de la loi d'Ohm et dans les mêmes conditions, mesurer leurs conductances, tracer la courbe d'étalonnage <math>G = f(C)</math> et l'exploiter pour déterminer la concentration d'un sérum physiologique. </li> </ul>	<p><b>Détermination d'une quantité de matière</b></p> <p><b>I. A partir d'une réaction chimique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dosage acido-basique.</li> <li>- Dosage manganométrique.</li> </ul> <p><b>II. Par mesure d'une grandeur physique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse, volume et concentration.</li> <li>- Conductance électrique.</li> </ul>	5,5 – 6 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

### Commentaires

On rappellera l'équivalence acido-basique et on calculera la molarité d'une solution acide ou d'une solution basique.

On rappellera la relation entre la quantité de matière et les grandeurs physiques : masse, volume et concentration.

On ne parlera pas de la conductivité d'une solution électrolytique. Quant aux facteurs dont dépend la conductance, on se limitera à l'influence de la concentration.

## CHIMIE ORGANIQUE (12,5 – 13,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser des expériences simples d'analyse qualitative d'un composé organique.</li> <li>■ Retrouver la formule brute d'un composé à partir des résultats d'une étude quantitative.</li> <li>■ Distinguer un isomère de chaîne d'un isomère de position.</li> <li>■ Reconnaître des isomères.</li> <li>■ Reconnaître et nommer un alcool.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples communes aux alcools.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples distinctives des trois classes d'alcool.</li> <li>■ Distinguer les trois classes d'alcool.</li> <li>■ Expliquer le principe de l'éthylotest.</li> <li>■ Reconnaître et nommer un acide carboxylique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Quels sont les éléments chimiques qui rentrent dans la composition du sucre, de l'amidon, de l'urée... ?</li> <li>▶ Comment reconnaître pratiquement une substance inorganique ?</li> <li>▶ Réaliser la pyrolyse de la sciure de bois ?</li> <li>▶ Effectuer la combustion du butane (ou du méthane, du sucre,...)</li> <li>▶ Réaliser la réaction de la chaux sodée avec l'urée.</li> <li>▶ Comment contrôler le degré d'alcool chez un conducteur de voiture ?</li> <li>▶ Comment expliquer la transformation du jus de fruit en vinaigre ?</li> <li>▶ Comment explique-t-on le goût aigre du lait caillé ?</li> </ul>	<b>I. Analyse des composés organiques,</b> <b>I-1. Analyse qualitative,</b> <b>I-2. Analyse quantitative, formule brute.</b>	3,5 h
		<b>II. Les composés oxygénés</b> <b>II-1. Les alcools aliphatiques saturés</b> <b>II-1-1. Structure, classes et nomenclature</b> <b>II-1-2. Réactivité chimique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Combustion,</li> <li>- Oxydation ménagée.</li> </ul> <u>Application</u> : l'éthylotest <b>II-2. Les acides carboxyliques aliphatiques saturés</b> <b>II-2-1. Structure et nomenclature.</b>	4 - 4,5 h
			3,5 - 4 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Citer les principales propriétés chimiques d'un acide carboxylique.</li> <li>■ Réaliser des expériences simples mettant en évidence les principales propriétés chimiques d'un acide carboxylique.</li> <li>■ Reconnaître une fonction organique.</li> <li>■ Distinguer les différentes fonctions organiques.</li> <li>■ Reconnaître des isomères de fonction.</li> <li>■ Retrouver les différentes transformations chimiques permettant de passer d'une fonction à une autre.</li> </ul>	<p>► Effectuer la réaction de l'acide éthanoïque sur l'éthanol en présence de l'acide sulfurique concentré et caractériser la formation de l'éthanoate d'éthyle par son odeur (odeur de colles fortes).</p>	<p><b>II-2-2. Réactivité chimique :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ionisation dans l'eau</li> <li>- Propriétés acides : <ul style="list-style-type: none"> <li>• action sur le B.B.T.</li> <li>• action sur les métaux</li> </ul> </li> <li>- Réaction avec les alcools : estérification</li> </ul> <p><b>IV. Notion de fonction organique</b></p>	1,5 h

## Commentaires

On signalera la notion d'isomérisation à chaque fois que l'occasion se présente.

On se limitera aux composés organiques ne renfermant pas plus de huit atomes de carbone.

Pour l'analyse des composés organiques, on se limitera à ceux de type :  $C_xH_y$ ,  $C_xH_yO$ ,  $C_xH_yO_2$  et  $C_xH_yN$ .

Bien qu'on se limite à l'étude des monoalcools et monoacides, on signalera l'existence des polyalcools et des polyacides.

On se limitera à une étude qualitative de l'estérification et on signalera que cette réaction est lente et limitée par la réaction d'hydrolyse.

Dans les énoncés des objectifs visant la reconnaissance des composés oxygénés étudiés, on s'appuiera sur le groupement fonctionnel sans mentionner le qualificatif « fonctionnel » avant d'avoir introduit la notion de fonction chimique.

On se limitera uniquement aux fonctions chimiques déjà rencontrées. On profitera de l'occasion pour initier l'élève à l'isomérisation de fonction.

On insistera sur la différence entre une famille de composés et une fonction chimique.


# **Section**


# **Sciences de l'informatique**

# A. PHYSIQUE (56 – 65 heures)

## INTERACTIONS DANS L'UNIVERS (13 - 15 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi de Coulomb.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ électrique créé par une charge ponctuelle.</li> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ électrique.</li> <li>■ Représenter une force électrique.</li> <li>■ Appliquer la relation vectorielle : <math>\vec{F} = q\vec{E}</math>.</li> <li>■ Reconnaître, d'après la forme du spectre électrique, le champ électrique créé par une charge ponctuelle, le champ électrique créé par deux charges ponctuelles et le champ électrique uniforme.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement une interaction magnétique.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique.</li> <li>■ Reconnaître un champ magnétique uniforme à partir de la forme de son spectre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Etudier expérimentalement l'interaction entre deux pendules électriques et l'influence des facteurs dont-elle dépend ?</li> <li>► Pourquoi une averse soudaine après des coups d'éclair et des tonnerres intenses ?</li> <li>► Réaliser le spectre d'un champ électrique créé par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• une charge électrique ponctuelle,</li> <li>• deux charges électriques,</li> <li>• un champ électrique uniforme.</li> </ul> </li> <li>► Qu'est ce que l'aurore boréale ? Pourquoi est-elle fréquente aux grandes latitudes ?</li> <li>► A l'aide de petites aiguilles aimantées, mettre en évidence le champ magnétique terrestre <math>\vec{B}_T</math> et vérifier qu'il est uniforme dans une région très limitée de l'espace.</li> </ul>	<p><b>I. Interaction électrique :</b>  <b>I-1. Loi de Coulomb</b>  <b>I-2. Champ électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Champ électrique créé par une charge ponctuelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence</li> <li>• Vecteur champ électrique <math>\vec{E}</math></li> <li>• Force électrique <math>\vec{F} = q\vec{E}</math></li> <li>• Spectre et lignes de champ.</li> </ul> </li> <li>- Cas de deux charges ponctuelles.</li> <li>- Champ électrique uniforme.</li> </ul> <p><b>II. Interaction magnétique</b>  <b>II-1. Mise en évidence des interactions magnétiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactions aimant-aimant.</li> <li>- Interaction aimant- courant.</li> <li>- Interaction courant- courant.</li> </ul> <p><b>II-2. Champ magnétique :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de champ magnétique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en évidence,</li> <li>• Spectre et lignes de champ,</li> <li>• Vecteur champ magnétique <math>\vec{B}</math>.</li> </ul> </li> <li>- Champ magnétique uniforme.</li> <li>- Champ magnétique terrestre.</li> </ul>	<p>4,5 – 5 h</p> <p>5 – 6 h</p>

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Déterminer les caractéristiques d'un vecteur champ magnétique.</li> <li>■ Utiliser un teslamètre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser les spectres magnétiques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un aimant droit</li> <li>- d'un aimant en U</li> <li>- d'un courant continu (fil et solénoïde).</li> </ul> </li> <li>► Etudier expérimentalement, dans le cas d'un solénoïde, l'influence de l'intensité du courant et celle du nombre de spires par unité de longueur sur la valeur du vecteur champ <math>\vec{B}</math>. </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Champ magnétique créé par un courant continu : cas d'un courant circulaire</li> </ul>	3,5 – 4 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

## Commentaires

On énoncera la loi de Coulomb et on mettra en évidence l'existence d'un champ électrique par son action sur un corps chargé.

On se limitera à la visualisation des spectres des champs électriques créés par une charge ponctuelle et par deux charges ponctuelles.

Avec l'interaction aimant – aimant, on mettra en évidence les pôles d'un aimant.

L'étude des interactions magnétiques servira à la mise en évidence qualitative du champ magnétique.

On déterminera expérimentalement la direction et le sens du vecteur champ magnétique terrestre et on introduira les angles d'inclinaison et de déclinaison. On donnera à cette occasion les ordres de

grandeur des champs magnétiques : de la Terre, d'une bobine, d'un aimant en fer à cheval, d'une bobine supra conductrice ...




On réalisera différents spectres d'aimants et de courants (fil, solénoïde) ; on montrera que les lignes de champ sont orientées.

Pour le champ magnétique créé par un courant circulaire, on se limitera au cas du solénoïde (bobine longue).


On mettra expérimentalement en évidence les faces sud et nord d'une bobine.

Au terme de l'étude des interactions électrique et magnétique, on fera remarquer que celles-ci se manifestent toutes les deux entre des charges électriques. Donc, elles sont de même type : interaction électromagnétique.

## MOUVEMENTS (14,5 - 17 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un solide en mouvement de translation.</li> <li>■ Représenter les vecteurs position, vitesse et accélération d'un mobile.</li> <li>■ Reconnaître la nature du mouvement d'un mobile par recours à l'expérience.</li> <li>■ Connaissant l'expression d'une grandeur cinématique (<math>x</math>, <math>v</math> ou <math>a</math>) en fonction du temps ainsi que les conditions initiales, retrouver les expressions de deux autres.</li> <li>■ Etablir, pour un mouvement rectiligne uniformément varié, la relation <math>v_2^2 - v_1^2 = 2a \cdot (x_2 - x_1)</math>.</li> <li>■ Caractériser un mouvement rectiligne sinusoïdal par son amplitude <math>X_m</math> et sa période <math>T</math>.</li> <li>■ Etablir la relation (<math>a + \omega^2 x = 0</math>) entre l'accélération <math>a</math> et l'élongation <math>x</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal.</li> <li>■ Appliquer la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton).</li> <li>■ Appliquer le théorème du centre d'inertie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser des enregistrements de mouvements ou faire des mesures de grandeurs cinématiques pour étudier des mouvements rectilignes. </li> <li>► Déterminer par mesure directe (pour les mouvements lents) ou par enregistrement la période <math>T</math> et l'amplitude <math>X_m</math> d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal. </li> <li>► Vérifier expérimentalement la relation : <math>\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}_G</math> </li> </ul>	<p><b>I. Solide en translation</b></p> <p><b>I-1. Etude cinématique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités : Repérage d'un mobile (vecteur position, coordonnées cartésiennes, abscisse curviligne), vecteur vitesse, vecteur accélération (accélération normale, accélération tangentielle), lois horaires.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniforme.</li> <li>- Mouvement rectiligne uniformément varié.</li> <li>- Mouvement rectiligne sinusoïdal : Définition, équation horaire, vitesse, accélération, amplitude, période, fréquence et pulsation.</li> </ul> <p><b>I-2. Etude dynamique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton).</li> <li>- Théorème du centre d'inertie.</li> </ul> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissement d'un solide sur un plan incliné</li> <li>• Solide isolé ou pseudo isolé.</li> </ul>	7,5 – 9h



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer le travail d'une force électrique.</li> <li>■ Appliquer l'expression du travail électrique <math>W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)</math>.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</li> <li>■ Calculer la force de Lorentz.</li> <li>■ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de fonctionnement de l'oscilloscope ?</li> <li>► Expliquer la perturbation de l'image sur l'écran de l'oscilloscope par la présence d'un aimant.</li> <li>► Comment séparer les isotopes d'un élément chimique ?</li> <li>► Etudier expérimentalement l'influence de <math>\vec{B}</math>, <math>\vec{v}</math>, et de l'angle <math>\alpha</math> que fait <math>\vec{v}</math> avec <math>\vec{B}</math> sur les caractéristiques de la force de Lorentz. </li> </ul>	<p><b>II. Mouvements dans les champs</b></p> <p><b>II-1. Mouvement dans un champ électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail d'une force électrique dans un champ électrique uniforme : notion de différence de potentiel électrique (d.d.p.).</li> <li>- Accélération d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</li> </ul> <p><u>Application</u> : canon à électrons.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déviation d'une particule chargée par un champ électrique uniforme.</li> </ul> <p><u>Application</u> : déflexion d'un faisceau d'électrons, oscilloscope.</p> <p><b>II-2. Mouvement dans un champ magnétique uniforme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme : force de Lorentz</li> </ul> <p><u>Applications</u> : télévision, cyclotron.</p>	7 – 8 h

## Commentaires

On se limitera aux mouvements de translation dans le plan.

L'étude des mouvements combinés est hors programme.

Dans les généralités sur la cinématique, on s'intéressera au point matériel.

Pour l'étude cinématique des mouvements, on introduira brièvement la dérivée d'une fonction scalaire et on généralisera aux fonctions vectorielles tout en se limitant à des vecteurs unitaires constants. Il est à noter que les notions introduites ne doivent en aucune manière donner lieu à un développement excessif.

On donnera sans démonstration, les expressions de l'accélération tangentielle et de l'accélération normale et uniquement dans le cas de mouvement circulaire.

Il est à remarquer que l'étude de « la composition de vitesses » est strictement hors programme.

Le vecteur déplacement est hors programme.

Au niveau de l'étude cinématique des mouvements, on signalera que la translation d'un solide peut être curviligne, on la définira et on en donnera des exemples.

On énoncera la loi fondamentale de la dynamique (2<sup>ème</sup> loi de Newton) et on précisera d'emblée que la relation :  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ , traduisant cette loi n'est valable que dans les référentiels galiléens. On saisira cette

occasion pour définir le repère de Copernic, le repère géocentrique et pour signaler, sans développement excessif, le caractère approximativement galiléen de ces repères ainsi que tout repère lié au laboratoire.

L'application du théorème du centre d'inertie à un solide isolé ou pseudo-isolé permettra de vérifier le principe d'inertie.


On montrera que pour un champ électrique uniforme, le travail de la force électrique qui s'exerce sur une charge  $q$  passant d'un point A à un point B ne dépend pas du chemin suivi, il ne dépend que de la valeur de la charge  $q$  et de la différence entre les valeurs d'une grandeur appelée potentiel électrique, caractérisant les états électriques des points A et B du champ. Le potentiel électrique est noté  $V$ .



La différence de potentiel entre deux points A et B d'un champ électrique notée  $U_{AB} = (V_A - V_B)$  se calcule comme étant le produit scalaire  $\vec{E} \cdot \overline{AB}$ . Par suite, lors d'un déplacement de la charge électrique  $q$  de A vers B, le travail s'écrit  $W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B) = q \cdot U_{AB}$ .



On généralisera cette expression du travail pour un champ électrique quelconque.

L'expression de la force de Lorentz sous forme de produit vectoriel est hors programme, on donnera la formule :  $\|\vec{F}\| = |q| \cdot \|\vec{v}\| \cdot \|\vec{B}\| \cdot \sin \alpha$ .

## CIRCUITS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES (21,5 - 25 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Reconnaître un dipôle symétrique à partir de sa caractéristique.</li> <li>► Distinguer un dipôle actif d'un dipôle passif.</li> <li>► Appliquer la convention générateur et la convention récepteur au calcul des puissances électriques mises en jeu dans des dipôles électrocinétiques.</li> <li>► Retrouver à partir de la caractéristique <math>U = f(I)</math> d'un générateur, le modèle équivalent de Thévenin.</li> <li>► Retrouver à partir de la caractéristique <math>I=f(U)</math> d'un générateur, le modèle équivalent de Norton.</li> <li>► Retrouver pour un générateur donné l'équivalence entre le modèle équivalent de Thévenin et le modèle équivalent de Norton .</li> <li>► Déterminer les grandeurs caractéristiques du générateur équivalent d'une association de :- générateurs de tension en série, <ul style="list-style-type: none"> <li>- générateurs de courant en parallèle.</li> </ul> </li> <li>► Idéaliser un générateur de tension.</li> <li>► Idéaliser un générateur de courant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Reproduire l'allure de chacune des caractéristiques <math>I = f(U)</math> ou <math>U = g(I)</math> des dipôles étudiés en 2<sup>e</sup> année et compléter éventuellement le tracé avec sa partie correspondant à <math>U &lt; 0</math> ou <math>I &lt; 0</math> afin de procéder à une classification des dipôles électrocinétiques selon les formes de leurs caractéristiques.</li> <li>► Y a-t-il des dipôles électrocinétiques actifs autres que les dipôles récepteurs actifs ? Est-ce que la puissance mise en jeu par un dipôle électrocinétique est toujours positive ?</li> <li>► Fermer une alimentation stabilisée (non munie d'un dispositif de limitation de courant) sur un résistor de résistance réglable <math>R_u</math> (rhéostat par exemple), faire varier <math>R_u</math> et suivre l'évolution de la tension <math>U</math> délivrée par l'alimentation aux bornes du résistor ainsi que celle de l'intensité <math>I</math> du courant qui y circule afin de remarquer que la valeur de <math>I</math> reste constante et égale à une valeur <math>I_0</math> tant que <math>R_u</math> ne dépasse pas une valeur <math>R_0</math> que l'on déterminera, alors que c'est <math>U</math> qui devient constante et égale à une valeur <math>U_0</math> pour <math>R_u &gt; R_0</math> . </li> </ul>	<p><b>I. Dipôles électrocinétiques</b></p> <p><b>I-1. Dipôles symétriques et dipôles non symétriques,</b></p> <p><b>I-2. Dipôles actifs et dipôles passifs.</b></p> <p><b>I-3. Puissance mise en jeu par un dipôle.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas d'un générateur</li> <li>- Cas d'un récepteur</li> </ul> <p><b>I-4. Modélisation d'un dipôle actif linéaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle du générateur de tension (modèle de Thévenin).</li> <li>- Modèle du générateur de courant (modèle de Norton).</li> <li>- Equivalence des deux modèles.</li> </ul> <p><u>Application</u> : association de générateurs.</p> <p><b>I-5. Dipôles idéalisés :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Générateur de tension idéal.</li> <li>- Générateur de courant idéal.</li> <li>- Exemple : alimentation stabilisée.</li> </ul>	7 - 8 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Appliquer le théorème de Thévenin.</li> <li>▶ Appliquer le théorème de Norton.</li> <li>▶ Réaliser un diviseur de tension.</li> <li>▶ Réaliser un diviseur de courant.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Modéliser un amplificateur opérationnel.</li> <li>▶ Idéaliser un amplificateur opérationnel.</li> <li>▶ Polariser un amplificateur opérationnel.</li> <li>▶ Etablir l'expression de la tension de sortie <math>u_S</math> en fonction de la tension de sortie <math>u_E</math> dans quelques montages de l'amplificateur opérationnel.</li> <li>▶ Monter un amplificateur opérationnel en boucle ouverte.</li> <li>▶ Montrer expérimentalement que l'amplificateur opérationnel monté en boucle ouverte ou en boucle fermée à réaction sur l'entrée non inverseuse (ou positive) ne peut fonctionner en régime linéaire.</li> <li>▶ Tracer la caractéristique de transfert <math>u_S : f(u_E)</math> d'un amplificateur opérationnel monté en boucle fermée à réaction sur l'entrée inverseuse (ou négative).</li> <li>▶ Réaliser quelques montages avec un amplificateur opérationnel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schématiser un diviseur de tension résistif formé par le branchement aux bornes d'un générateur <math>G(E,r)</math> d'un résistor de résistance <math>R_1</math> en série avec un autre résistor de résistance <math>R_2</math>. Déterminer son modèle équivalent de Thévenin, supposer qu'il est utilisé pour alimenter une charge résistive de résistance <math>R_u</math>, chercher les conditions sur toutes les résistances du circuit pour que le diviseur de tension soit idéal et les vérifie expérimentalement.</li> <li>▶ Réaliser une activité semblable à la précédente, mais avec un diviseur de courant résistif (les deux résistors de résistances <math>R_1</math> et <math>R_2</math> branchés en parallèle avec le générateur <math>G</math>) et chercher les conditions sur toutes les résistances du circuit pour que le diviseur de courant soit idéal.</li> <li>▶ Certaines puces électroniques (ou circuits intégrés) portent le nom d'amplificateur opérationnel, pourquoi un telle qualification ?</li> <li>▶ Appliquer à l'entrée positive d'un amplificateur, opérationnel polarisé, correctement une tension continue <math>U_1=3V</math> et à son entrée négative une tension triangulaire <math>u_2</math> de valeur maximale <math>U_{2m}=9V</math> et de fréquence <math>N=180Hz</math> par exemple. En maintenant l'amplificateur opérationnel en boucle ouverte, visualiser simultanément sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe <math>u_2(t)</math> et la tension de sortie <math>u_S(t)</math>. </li> <li>▶ Réaliser un diviseur de tension en charge (utiliser un résistor comme charge), mesurer la tension <math>u_S</math> aux bornes de la charge, insérer un montage suiveur entre le diviseur de tension et la charge utilisée, mesurer de nouveau <math>u_S</math> et comparer la valeur trouvée à la première ainsi qu'à celle de la tension d'entrée <math>u_E</math>. </li> </ul>	<p><b>I-6. Etude d'un circuit électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Théorème de Thévenin.</li> <li>- Théorème de Norton.</li> </ul> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuit comportant des dipôles actifs et passifs dont un est non linéaire.</li> <li>• Diviseur de tension et diviseur de courant résistifs.</li> </ul> <p><b>II. Amplificateur opérationnel</b></p> <p><b>II-1. Description et brochage :</b></p> <p><b>II-2. Fonction de base :</b>  <b>amplification de différence de tensions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle réel.</li> <li>- Modèle idéal.</li> </ul> <p><b>II-3. Modes de fonctionnement :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en boucle ouverte.</li> <li>- en boucle fermée : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaction sur l'entrée inverseuse</li> <li>• Réaction sur l'entrée non inverseuse.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>II-4. Etude de quelques montages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage amplificateur non inverseur.</li> <li>- Montage suiveur.</li> </ul> <p><u>Application :</u> transformation d'un générateur de tension non idéal en un générateur de tension idéal.</p>	9,5 - 11 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Transformer expérimentalement une tension sinusoïdale en une tension carrée par utilisation d'un amplificateur opérationnel.</li> <li>▶ Décrire le principe de fonctionnement d'une porte logique.</li> <li>▶ Tracer la caractéristique de transfert de la porte logique NO (NON).</li> <li>▶ Dresser la table de vérité de la fonction logique NO.</li> <li>▶ Tracer les chronogrammes de la porte logique NO.</li> <li>▶ Réaliser un montage illustrant la fonction logique NO.</li> <li>▶ Tracer la caractéristique de transfert de la porte logique AND (ET).</li> <li>▶ Dresser la table de vérité de la fonction logique AND.</li> <li>▶ Tracer les chronogrammes de la porte logique AND.</li> <li>▶ Réaliser un montage illustrant la fonction logique AND.</li> <li>▶ Tracer la caractéristique de transfert de la porte logique NAND (NON-ET).</li> <li>▶ Dresser la table de vérité de la fonction logique NAND.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Parmi les boutons figurant sur la face avant d'un oscilloscope électronique, il y a un bouton dit de réglage de niveau et avec lequel on règle le déclenchement du balayage horizontal de l'écran par le spot lumineux. Quel est le principe de ce réglage ?</li> <li>▶ Quel est le principe de fonctionnement des feux clignotants d'une voiture ?</li> <li>▶ Qu'est-ce qu'une porte logique en électronique ?</li> <li>▶ Certains générateurs sont munis d'une prise 5V connue sous le nom de sortie TTL, à quoi sert-elle et quel est son principe de fonctionnement ?</li> <li>▶ En quoi consistent les technologies TTL et CMOS en électronique ?</li> <li>▶ Qu'est-ce qui rend la mémoire flash du CD amovible "flash disk" et des cartes "compact flash" ou "memory stick" des appareils photo numériques, ultrarapide, non volatile (en persistant hors tension) et réinscriptible ?</li> <li>▶ Utiliser l'une des quatre portes logiques NON du circuit intégré 4011 par exemple (ou l'une des six portes NON du circuit intégré 4069...), la polariser correctement, lui appliquer une tension d'entrée <math>u_E</math>, faire varier <math>u_E</math> et relever les valeurs correspondantes de la tension de sortie <math>u_S</math> et tracer <math>u_S=f(u_E)</math> ; reprendre tout en réalisant la porte NON avec des éléments discrets. </li> <li>▶ Mêmes activités que la précédente, respectivement avec une porte logique AND et avec une porte logique NAND. </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage amplificateur inverseur.</li> <li>- Montage sommateur.</li> <li>- Montage comparateur.</li> </ul> <p><u>Application</u> : transformation d'une tension sinusoïdale en une tension carrée.</p> <p><b>III. Les portes logiques</b></p> <p><b>III-1. Présentation et principe de fonctionnement</b> : Fonction logique</p> <p><b>III-2. Porte logique NO (NON)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrée et sortie de la porte NON.</li> <li>- Caractéristique de transfert.</li> <li>- Etats logiques de la porte NON : Table de vérité.</li> </ul> <p><b>III-3. Porte logique AND (ET)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrées et sorties de la porte AND</li> <li>- Caractéristique de transfert</li> <li>- Etats logiques de la porte AND : Table de vérité.</li> </ul> <p><b>III-4. Porte logique NAND (NON-ET) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrées et sorties de la porte NAND.</li> <li>- Caractéristique de transfert.</li> <li>- Etats logiques de la porte NAND : Table de vérité.</li> </ul>	5 – 6 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tracer les chronogrammes de la porte logique NAND.</li> <li>▶ Réaliser un montage illustrant la fonction logique NAND.</li> <li>▶ Dresser la table de vérité de chacune des fonctions logiques OR (OU), NOR (OU-NON), XOR (OU-EXCLUSIF).</li> <li>▶ Tracer les chronogrammes des portes logiques OR, NOR et XOR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dresser la table de vérité de la fonction AND par l'étude du fonctionnement d'une lampe montée en série avec deux interrupteurs.</li> <li>▶ Dresser la table de vérité de chacune des autres portes logiques par recours dans chaque cas au montage de la lampe avec l'association appropriée du nombre adéquat d'interrupteurs.</li> </ul>	<b>III-5. Autres portes logiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OR (OU).</li> <li>- NOR (OU-NON).</li> <li>- XOR (OU-EXCLUSIF).</li> </ul>	

### Commentaires

Un rappel des lois générales du courant continu servira à la classification des dipôles électrocinétiques en dipôles symétriques et dipôles non symétriques.

Ayant au préalable la caractéristique  $I = f(U)$  d'une alimentation stabilisée, la discussion du point de fonctionnement du circuit formé par cette alimentation stabilisée et une résistance réglable  $R_u$  (charge résistive) permettra d'expliquer le comportement de l'alimentation stabilisée en générateur idéal de tension ou de courant selon la valeur de la résistance de charge  $R_u$ .

L'étude théorique d'un circuit électrique comportant plusieurs dipôles actifs et passifs avec le calcul fastidieux qu'elle demande permettra de justifier le recours aux théorèmes de Thévenin et de Norton. Toutefois, au niveau de l'application de ces théorèmes, on se limitera aux cas de circuits comportant deux générateurs au maximum.

On présentera l'amplificateur opérationnel comme un quadripôle et on signalera que ce composant électronique de structure complexe est un exemple de circuit intégré linéaire.

On caractérisera l'amplificateur opérationnel par son coefficient d'amplification de différence  $A_d = \frac{u_s}{u_E}$  (très grand pour un amplificateur opérationnel réel et infini pour un amplificateur opérationnel idéal).


Pour chaque montage considéré, on établira la tension de sortie  $u_s$  en fonction de la tension d'entrée  $u_E$ , en supposant que l'amplificateur opérationnel est idéal. C'est à l'enseignant de décider si cette étude théorique viendra avant ou bien après l'étude expérimentale.

Pour le montage sommateur, on se limitera dans le cours au traitement du montage inverseur ; on ne traitera pas le montage comparateur à hystérésis.

Dans le but de démystifier les portes logiques NO(NON), AND (ET) et NAND (NON-ET), il est recommandé de les réaliser avec, en plus des circuits intégrés, des circuits électriques discrets renfermant des résistors, des diodes ou des transistors.

A la fin de l'étude des portes logiques, on ne manquera pas de citer quelques applications de ces opérateurs dans le monde du numérique (adressage mémoire dans les ordinateurs, multiplexage dans les réseaux de transmission et dans l'automobile).

## OPTIQUE (7 – 8 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Classer les lentilles en lentilles convergentes et lentilles divergentes.</li> <li>■ Déterminer, graphiquement la position de l'image d'un point objet, donnée par une lentille convergente.</li> <li>■ Appliquer la relation de conjugaison des lentilles minces convergentes.</li> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement d'un lecteur optique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Comment allumer un papier à l'aide d'une loupe ?</li> <li>▶ Comment déterminer si les verres d'une paire de lunettes sont convergents ou divergents ?</li> <li>▶ En quoi diffèrent les télescopes et les lunettes astronomiques ?</li> <li>▶ Pourquoi les lentilles divergentes servent-elles pour les myopes ?</li> <li>▶ Pourquoi les lentilles convergentes servent-elles pour les hypermétropes ?</li> <li>▶ Vérifier expérimentalement la relation de conjugaison et le grandissement. </li> <li>▶ Comment déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur d'un cheveu ?</li> <li>▶ Pourquoi dénommer les CD ROM "supports optiques" ?</li> </ul>	<p><b>I- Les lentilles minces</b></p> <p><b>I-1. Classification</b> (divergentes, convergentes).</p> <p><b>I-2. Définitions</b> : centre optique, axes optiques, foyers, plans focaux, distance focale et vergence.</p> <p><b>I-3. Images données par une lentille convergente et une lentille divergente</b> : nature et position, relation de conjugaison et grandissement.  <u>Application</u> : lecteur optique.</p>	7 – 8 h

### Commentaires

Avant l'étude des lentilles sphériques (ou cylindriques) minces, on introduira les notions d'objet réel ou virtuel et d'image réelle ou virtuelle pour un système optique.

On définira les caractéristiques des lentilles minces et on décrira les différents types de lentilles.

La distance focale sera considérée comme une grandeur non algébrique alors que la vergence sera considérée comme une grandeur algébrique.

L'étude théorique et expérimentale des lentilles minces se fera dans les conditions de Gauss que l'on précisera.

On établira la formule de conjugaison et on la vérifiera expérimentalement dans le cas d'une lentille convergente.

Lors d'une activité expérimentale, on amènera les élèves à modéliser des lecteurs optiques tels que les lecteurs de CD, de DVD, de Blu-Ray Disc et à y tracer la marche d'un faisceau lumineux.

## B. CHIMIE (20 – 24 heures)

### LES SOLUTIONS (10 – 12 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Déterminer la concentration molaire d'une espèce chimique.</li> <li>■ Distinguer un électrolyte fort d'un électrolyte faible.</li> <li>■ Distinguer un électrolyte très soluble d'un électrolyte peu soluble.</li> <li>■ Citer les facteurs influant sur la précipitation des électrolytes.</li> <li>■ Ecrire l'équation d'ionisation des acides et des bases dans l'eau.</li> <li>■ Reconnaître si une solution est acide ou basique d'après la valeur de <math>[H_3O^+]</math> ou de <math>[OH^-]</math>.</li> <li>■ Calculer <math>[H_3O^+]</math> ou <math>[OH^-]</math> connaissant la valeur du pH d'une solution aqueuse.</li> <li>■ Distinguer un acide fort d'un acide faible ou une base forte d'une base faible d'après les valeurs de pH à concentrations égales.</li> <li>■ Utiliser un indicateur coloré.</li> <li>■ Déterminer la concentration molaire d'après le résultat d'un dosage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Est-ce que toutes les solutions aqueuses conduisent le courant électrique ?</li> <li>▶ D'où proviennent les ions dans une eau minérale ?</li> <li>▶ Comment expliquer le dépôt solide dans les conduites d'eau ?</li> <li>▶ Pourquoi conseille-t-on à un malade ayant des calculs rénaux de boire certaines eaux minérales ?</li> <li>▶ Effectuer la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'ammoniac en solution aqueuse puis en milieu anhydre ?</li> <li>▶ Que veut-on dire par pluies acides et où résident leurs dangers ?</li> </ul>	<p><b>I. Les électrolytes et les solutions aqueuses ioniques</b></p> <p><b>I-1. Les électrolytes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définitions : électrolyte, anion, cation et concentration molaire d'une espèce chimique.</li> <li>- Electrolytes forts et électrolytes faibles.</li> </ul> <p><b>I-2. Dissolution et précipitation des électrolytes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissolution : électrolytes très solubles et électrolytes peu solubles.</li> <li>- Précipitation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Influence de la nature des réactifs</li> <li>• Influence des concentrations</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Application</u> : identification de quelques ions dans une solution aqueuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cations: <math>Fe^{3+}</math>, <math>Fe^{2+}</math>, <math>Cu^{2+}</math>, <math>Zn^{2+}</math>, <math>Al^{3+}</math>.</li> <li>• Anions: <math>Cl^-</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>PO_4^{3-}</math>.</li> </ul> <p><b>II. Les acides et les bases</b></p> <p><b>II-1. Définition des acides et des bases selon Brönsted.</b></p> <p><b>II-2. Ionisation propre de l'eau.</b></p> <p><b>II-3. pH des solutions aqueuses.</b></p> <p><b>II-4. Acides forts, acides faibles, bases fortes, bases faibles.</b></p> <p><b>II-5. Réaction d'un acide fort avec une base forte en solution aqueuse :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude expérimentale.</li> <li>- Equation de la réaction.</li> <li>- Application au dosage.</li> </ul>	<p>5 – 6 h</p> <p>5 – 6 h</p>



## Commentaires

Une étude expérimentale de la conductibilité électrique des solutions permettra de constater l'existence de solutions aqueuses conduisant mieux le courant électrique que l'eau pure: le soluté est dit électrolyte.

On fera la comparaison des forces de certains électrolytes. Cette comparaison se fera à concentrations égales (solutions 1M, 2M ...)

On définira un électrolyte fort et un électrolyte faible.

On rappellera que la solubilité varie avec la température. Elle croît avec la température pour certains électrolytes et décroît pour d'autres. On montrera expérimentalement que certains électrolytes sont plus solubles que d'autres: NaCl ; KNO<sub>3</sub> ; K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ; PbO<sub>2</sub> ...

On montrera que la précipitation dépend de la nature des réactifs et des concentrations, on fera remarquer aux élèves que les notions de solubilité et de force d'un électrolyte sont indépendantes. Le produit de solubilité est hors programme.

Un acide sera défini comme étant une entité chimique (neutre ou chargé) capable de céder un ion H<sup>+</sup> au cours d'une réaction chimique.

Une base sera définie comme étant une entité chimique (neutre ou chargée) capable de capter un ion H<sup>+</sup> au cours d'une réaction chimique.

On ne fera aucune allusion au couple acide-base.

L'expérience montre que l'eau pure conduit légèrement le courant électrique. Cela prouve qu'elle contient des ions ; ces ions sont formés lors de la réaction d'équation:  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ .

L'eau est donc à la fois un acide et une base: c'est un ampholyte.

Les concentrations des ions dans l'eau pure sont très faibles, cela prouve que cette réaction est très limitée. Elle aboutit à un équilibre.

On admettra que dans l'eau pure ou dans une solution aqueuse, on a :  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$  à 25°C.

On définira le pH par la relation :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$  et on signalera le domaine de validité de cette relation.

La mesure du pH de solutions aqueuses d'acides et de bases permettra de distinguer un acide fort d'un acide faible et une base forte d'une base faible.

Une étude expérimentale de la réaction d'un acide fort avec une base forte en solution aqueuse permettra de dégager le caractère exothermique de la réaction et d'observer la variation du pH au cours de cette réaction.

On réalisera le dosage volumétrique en présence d'un indicateur coloré approprié.

Le dosage pH-métrique est hors programme.

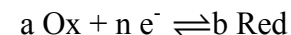
## OXYDOREDUCTION (5 – 6 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Interpréter l'action d'un acide sur un métal et celle d'un cation métallique sur un métal par le transfert d'électrons.</li> <li>■ Distinguer l'oxydation de la réduction et l'oxydant du réducteur.</li> <li>■ Représenter un couple oxydant-réducteur par son symbole ou son équation formelle.</li> <li>■ Ecrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction.</li> <li>■ Faire une classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène.</li> <li>■ Interpréter le phénomène de corrosion.</li> <li>■ Proposer quelques moyens de protection contre la corrosion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi du fer abandonné à l'air rouille facilement ?</li> <li>► Pourquoi protéger les objets métalliques avec la peinture ?</li> <li>► Pourquoi préférer les ustensiles de cuisine en acier inoxydable ?</li> <li>► Pourquoi conseille-t-on d'utiliser des tuyaux de cuivre dans les installations d'eau courante de pluie ?</li> <li>► Qu'est-ce que la corrosion atmosphérique ?</li> <li>► Pourquoi les objets en fer, abandonnés dans la nature, sont rapidement corrodés ?</li> <li>► Quel est le rôle d'une peinture sur le portail en fer ?</li> <li>► Pourquoi la galvanisation d'une carrosserie de voiture ?</li> <li>► Y a-t-il moyens de protéger les métaux de la corrosion ?</li> </ul>	<b>I. Phénomène d'oxydoréduction</b> <b>I-1. Action des acides sur les métaux.</b> <b>I-2. Action d'un cation métallique sur un métal.</b> <b>I-3. Définitions :</b> oxydation, réduction, oxydant, réducteur, couple oxydant réducteur et réaction d'oxydoréduction.	2,5 – 3 h
		<b>II. Classification électrochimique des métaux par rapport au dihydrogène</b>	1 h
		<b>III. Corrosion des métaux</b> <b>III-1. Processus chimique.</b> <b>III-2. Protection.</b>	1,5 – 2 h

### Commentaires


L'étude de l'action de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique dilué à froid sur les métaux ainsi que l'action d'un cation métallique sur un métal servira à définir l'oxydation, la réduction, l'oxydant, le réducteur, la réaction d'oxydoréduction et à introduire la notion de couple oxydant-réducteur.

A tout couple oxydant-réducteur simple, on associe une équation formelle de la forme :



On insistera sur les incidences graves de la corrosion sur l'économie.

## CHIMIE ORGANIQUE : (5 – 6 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ecrire la formule semi développée d'un hydrocarbure aliphatique.</li> <li>■ Appliquer les règles de nomenclature.</li> <li>■ Dégager les réactions spécifiques des hydrocarbures saturés et des hydrocarbures insaturés.</li> <li>■ Donner la formule générale du polyéthène.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Qu'est ce qui différencie les hydrocarbures ?</li> <li>► Réaliser la substitution du dichlore sur le méthane (ou le butane).</li> <li>► Réaliser l'addition du dichlore (ou du dibrome sur l'éthène).</li> <li>► Réaliser l'addition de l'eau sur l'éthyne.</li> <li>► Qu'est-ce qu'il y a de commun entre les tissus synthétiques (nylon, tergal ...) et les peintures ?</li> <li>► Utiliser des modèles ou des logiciels de visualisation moléculaire pour illustrer la structure générale du polyéthène. </li> </ul>	<b>I- Les hydrocarbures aliphatiques</b>	1,5 – 2 h
		<b>I-1. Structure et nomenclature.</b>  <b>I-2. Réactions spécifiques.</b>   <b>I-3. Réactions de polymérisation.</b>	3,5 – 4 h

### Commentaires

On se limitera à des hydrocarbures ne comportant pas plus de huit atomes de carbone. La notion d'isomérisie sera introduite progressivement aux moments opportuns. A propos de l'isomérisie

géométrique Z et E, on se limitera uniquement au cas des alcènes symétriques. On se limitera à la polymérisation de l'éthène et on signalera l'existence d'autres polymères ayant un intérêt pratique.



4<sup>e</sup>me année secondaire

# **Section**





# **Mathématiques**




# A. PHYSIQUE (44 – 52 heures)

## EVOLUTION DE SYSTEMES (26,5 – 31 heures)



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de tracer la courbe d'évolution de la charge électrique d'un condensateur au cours du temps.</li> <li>■ Déterminer à l'aide de la courbe de charge d'un condensateur la valeur de la capacité <math>C</math>.</li> <li>■ Reconnaître que l'intensité <math>i</math> du courant est une grandeur algébrique.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit la charge instantanée <math>q(t)</math> d'un condensateur, la tension <math>u_C(t)</math> à ses bornes et l'intensité <math>i(t)</math> du courant qui parcourt le circuit de charge durant le régime transitoire.</li> <li>■ Déterminer graphiquement, à partir de la courbe de réponse <math>u_C(t)</math> ou <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un condensateur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de fonctionnement du flash d'un appareil photo ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence la charge et la décharge d'un condensateur.</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de charger un condensateur par un générateur de courant et de suivre l'évolution de la charge au cours du temps. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant d'étudier la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension</li> <li>► Le courant électrique circule-t-il toujours dans le même sens dans une portion de circuit ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_C(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à une tension en créneau. </li> </ul>	<p><b>I. Evolution de systèmes électriques</b>  <b>I -1. Le condensateur, le dipôle RC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description sommaire d'un condensateur.</li> <li>- Charge électrique et capacité d'un condensateur.</li> <li>- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</li> <li>- Energie emmagasinée dans un condensateur.</li> </ul>	4 - 5 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les **TIC** (Technologies de l'information et de la communication)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'induction électromagnétique.</li> <li>■ Appliquer la loi de Lenz.</li> <li>■ Reconnaître les facteurs dont dépend la f.e.m. d'auto-induction.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de <math>i</math> en fonction du temps dans un dipôle RL alimenté soumis à un échelon de tension.</li> <li>■ Déterminer graphiquement, à partir de la courbe de réponse <math>u_L(t)</math> ou <math>i(t)</math> d'un dipôle RL soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un solénoïde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi les transformateurs ne peuvent pas être utilisés en courant continu ?</li> <li>► Comment fonctionnent les ralentisseurs électromagnétiques des véhicules poids lourd ?</li> <li>► Fermer une bobine (solénoïde par exemple) sur un galvanomètre balistique, approcher ou éloigner un aimant droit de la bobine et observer les indications du galvanomètre. </li> <li>► Effectuer une expérience permettant de dégager la loi de Lenz. </li> <li>► Monter en série un résistor de résistance <math>R</math> avec une bobine de résistance négligeable devant <math>R</math>, alimenter l'ensemble avec une tension triangulaire, visualiser à l'oscilloscope les courbes représentant la tension <math>u_L(t)</math> aux bornes de la bobine ainsi que <math>u_R(t)</math> aux bornes du résistor et en déduire que <math>u_L(t)</math> est proportionnelle à <math>\frac{di}{dt}</math>. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_L(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RL soumis à une tension en créneau. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence l'énergie emmagasinée par une bobine.</li> </ul>	<p><b>I-2. La bobine, le dipôle RL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Induction électromagnétique. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Courant induit : Loi de Lenz</li> </ul> </li> <li>• Force électromotrice d'induction.</li> <li>- Auto-induction : Force électromotrice d'auto-induction et inductance d'un solénoïde.</li> <li>- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>- Energie emmagasinée dans une bobine.</li> </ul>	de 5,5 à 6,5 h

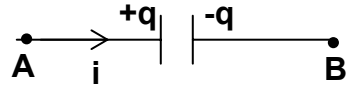
Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de suivre les oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Reconnaître le régime pseudopériodique et le régime apériodique.</li> <li>■ Reconnaître le facteur responsable de l'amortissement.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Interpréter la diminution de l'amplitude des oscillations libres amorties par le transfert d'énergie de l'oscillateur vers le milieu extérieur.</li> <li>■ Distinguer, en régime forcé, le résonateur de l'excitateur.</li> <li>■ Visualiser simultanément à l'oscilloscope la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mesurer l'amplitude et la fréquence d'une grandeur oscillante sinusoïdale.</li> <li>■ Déterminer le déphasage entre la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de résonance d'intensité.</li> <li>■ Etablir l'expression de l'intensité maximale <math>I_m</math> en fonction de la fréquence des excitations de l'oscillateur.</li> <li>■ Calculer la puissance moyenne absorbée par un oscillateur électrique.</li> <li>■ Expliquer l'importance du facteur de puissance dans les transformations de l'énergie électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► En quoi consiste la recherche manuelle ou automatique d'une chaîne radio ou d'un canal de télévision ?</li> <li>► Réaliser la décharge d'un condensateur de capacité <math>C</math> dans une bobine <math>(L, r)</math> en série avec un résistor de résistance <math>R_0</math>, visualiser et tracer la tension <math>u(t)</math> à ses bornes pour différentes valeurs de la résistance <math>R_0</math>. </li> <li>► Tracer les courbes représentant l'énergie totale d'un circuit RLC série en régime libre ainsi que les énergies <math>E_e = \frac{1}{2} C \cdot u^2</math> et <math>E_m = \frac{1}{2} L \cdot i^2</math> emmagasinées respectivement dans le condensateur et dans la bobine. </li> <li>► Alimenter un circuit RLC série par un générateur délivrant une tension <math>u(t)</math> de valeur maximale <math>U_m</math> fixe et de fréquence <math>N</math> réglable, visualiser simultanément les tensions <math>u(t)</math> et <math>u_R(t)</math>, suivre l'évolution de <math>I_m</math> et du déphasage <math>\Delta\phi</math> de <math>i(t)</math> par rapport à <math>u(t)</math> et tracer la courbe représentant <math>I_m = f(N)</math>. </li> </ul>	<p><b>I-3. Le circuit RLC série</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oscillations libres amorties. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Régime pseudopériodique et régime apériodique.</li> <li>• Equation différentielle.</li> <li>• L'énergie totale et sa non conservation.</li> </ul> </li> <li>- Cas particulier des oscillations libres non amorties <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equation différentielle.</li> <li>• Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math>.</li> <li>• L'énergie totale et sa conservation.</li> </ul> </li> <li>- Oscillations forcées en régime sinusoïdal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production.</li> <li>• Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations et résonance d'intensité.</li> <li>• Impédance électrique.</li> <li>• Puissance moyenne et facteur de puissance : pertes en ligne.</li> </ul> </li> </ul>	9-10,5 h



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un pendule élastique.</li> <li>■ Mesurer la période propre d'un pendule élastique.</li> <li>■ Calculer l'énergie totale d'un pendule élastique en régime libre non amorti.</li> <li>■ A l'aide d'un enregistrement graphique, reconnaître le régime d'oscillations libres (amorti ou bien non amorti) d'un pendule élastique.</li> <li>■ Expliquer la diminution d'amplitude des oscillations libres amorties d'un pendule élastique par la non conservation de son énergie totale.</li> <li>■ Mettre en évidence la résonance d'élongation d'un pendule élastique.</li> <li>■ Etablir l'expression de l'amplitude <math>X_m</math> des oscillations d'un pendule élastique en fonction de la fréquence <math>N</math> de l'excitateur.</li> <li>■ Utiliser l'analogie formelle pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- caractériser la résonance de charge dans un circuit RLC série ;</li> <li>- caractériser la résonance de vitesse ;</li> <li>- exprimer la puissance mécanique moyenne d'un oscillateur.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Faire osciller librement un pendule élastique et enregistrer graphiquement les premières oscillations. </li> <li>► Mesurer les valeurs de la période des oscillations libres d'un pendule élastique pour différentes valeurs de l'amplitude et les comparer.</li> <li>► Faire une série de mesures de la période propre <math>T_0</math> d'un pendule élastique pour différentes valeurs de la masse <math>m</math> du solide, puis tracer la courbe <math>T_0 = f(\sqrt{m})</math> ; faire de même pour différentes valeurs de la raideur <math>k</math> du ressort, puis tracer la courbe <math>T_0 = f\left(\sqrt{\frac{1}{k}}\right)</math> ; à l'aide des deux courbes tracées, trouver l'expression de <math>T_0</math>.</li> <li>► Enregistrer graphiquement les oscillations libres amorties d'un pendule élastique. </li> <li>► Dresser un tableau d'analogie formelle électrique-mécanique.</li> <li>► Pourquoi ces formes particulières des instruments de musique comme le violon, le violoncelle, le contre basse... ?</li> <li>► Pourquoi a-t-on interdit à un régiment de soldats de traverser un pont au pas cadencé ?</li> <li>► Imposer à un pendule élastique des excitations sinusoïdales de fréquence <math>N</math> réglable, suivre l'évolution de <math>X_m</math> en fonction de <math>N</math> et tracer la courbe de résonance pour trois amortissements différents (très faible, moyen, fort).</li> </ul>	<p><b>II. Evolution d'un système mécanique : le pendule élastique</b></p> <p><b>II-1. Oscillations libres non amorties</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence.</li> <li>- Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math>.</li> <li>- Equation différentielle.</li> <li>- L'énergie totale et sa conservation.</li> </ul> <p><b>II-2. Oscillations libres amorties :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régimes pseudopériodique et aperiodique.</li> <li>- L'énergie totale et sa non conservation.</li> </ul> <p><b>II-3. Oscillations forcées en régime sinusoïdal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production.</li> <li>- Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations et résonance d'élongation.</li> </ul>	8 - 9 h

## Commentaires

On exprimera l'intensité du courant circulant dans une portion de circuit comportant un condensateur sous la forme  $i = \frac{dq}{dt}$  en adoptant comme sens positif du courant celui dans lequel il circule vers l'armature portant la charge  $+q$ .



A partir de la courbe  $u_C = f(t)$ , obtenue en alimentant le condensateur par un générateur de courant, on introduira la capacité **C** d'un condensateur et on la définira comme étant une grandeur qui caractérise son aptitude à emmagasiner une charge électrique  $q$  lorsqu'il est soumis à une tension  $u_C$ .

On précisera que la capacité **C** d'un condensateur ne dépend que de ses caractéristiques géométriques et de la nature du diélectrique.

On donnera l'expression de la capacité d'un condensateur plan **C** =  $\epsilon \frac{S}{e}$ .

Toute association de condensateurs est hors programme.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie électrique emmagasinée par un condensateur et on fera remarquer que cette énergie est une énergie potentielle électrique dont on donnera, sans démonstration, l'expression  $E_e = \frac{1}{2} C \cdot u^2$ .

On dégagera le caractère algébrique de l'intensité du courant à partir des courbes de réponse  $u_C = f(t)$  et  $i = h(t)$ .

On ne manquera pas de signaler l'intérêt pratique des condensateurs.

\*\*\*

On introduira le phénomène d'induction électromagnétique de manière qualitative par variation du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  (déplacement relatif bobine-aimant ; variation de l'intensité du courant électrique circulant dans une bobine). La notion de flux est hors programme.

On introduira l'inductance **L** d'une bobine à l'aide de la courbe de variation de  $u_L(t)$  en fonction de  $\frac{di}{dt}$  et on montrera qu'elle dépend des caractéristiques géométriques du solénoïde. De l'expression de  $u_L(t)$ , on déduira celle de la f.e.m. d'auto-induction.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie magnétique emmagasinée par une bobine, et on donnera sans démonstration son expression  $E_m = \frac{1}{2} L \cdot i^2$ .

Comme applications, on ne manquera pas de signaler le principe de fonctionnement d'un alternateur et celui d'un transformateur.

\*\*\*

A propos de l'évolution dans le temps d'un circuit **RLC** série en régime libre, on se limitera à en faire une étude expérimentale : on l'entamera par une mise en évidence du régime pseudopériodique ; l'étude de l'influence de l'amortissement permettra de dégager le régime apériodique et de signaler qu'à la limite, si l'amortissement est suffisamment très faible pour pouvoir le supposer nul, on aura le régime périodique.

A l'aide d'un système d'acquisition numérique, par exemple, on montrera expérimentalement la non conservation de l'énergie totale d'un circuit RLC série en régime libre  $E = \frac{1}{2} C.u^2 + \frac{1}{2} L.i^2$ .

Par application de la loi des mailles, on montrera que les oscillations libres d'un circuit LC (circuit RLC série de résistance négligeable) sont sinusoïdales de fréquence  $N_0$  appelée fréquence propre de l'oscillateur.

\* \* \*

En régime forcé sinusoïdal, avec l'étude expérimentale qui devance l'étude théorique, on traitera l'influence de la fréquence  $N$  de la tension excitatrice  $u$  sur la réponse du résonateur (valeur maximale de l'intensité du courant oscillant) pour différentes valeurs de la résistance totale  $R$  du circuit, on mettra en évidence la manifestation du phénomène de résonance à la fréquence  $N_r$  égale à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur et on ne manquera pas de signaler son importance dans la pratique. Par la suite, on établira les expressions de l'impédance  $Z$  du circuit RLC série et de l'intensité maximale  $I_m$  du courant électrique en fonction de la fréquence  $N$ ; on interprètera le phénomène de résonance et on montrera l'existence du phénomène de surtension qui sera caractérisé par le facteur de surtension  $Q = \frac{L\omega_0}{R}$  à la résonance et on signalera l'importance de ce dernier.

La notion de bande passante est hors programme.

\* \* \*

Pour le pendule élastique, en supposant que les premières oscillations libres dans l'air sont pratiquement non amorties, on fera dégager expérimentalement qu'elles sont périodiques, que la période propre  $T_0$  est indépendante de l'amplitude des oscillations et que son expression est  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  dans laquelle  $k$  est la raideur du ressort et  $m$  est la masse du solide. Par la suite, dans le but de vérifier les résultats expérimentaux trouvés, on passera à une étude théorique des oscillations libres d'un pendule élastique **horizontal**. Dans ce cadre, et pour établir l'équation différentielle des oscillations libres du pendule, on appliquera la relation fondamentale de la dynamique.

Comme expression de l'énergie potentielle élastique, on donnera  $E_{pe} = \frac{1}{2} k\Delta\ell^2$ , où  $\Delta\ell$  est la déformation du ressort.

Connaissant la nature sinusoïdale du mouvement du solide, on montrera que l'énergie mécanique totale de l'oscillateur horizontal est constante et qu'elle est proportionnelle au carré de l'amplitude de la grandeur oscillante.

\* \* \*

Comme celles du circuit RLC série, les oscillations libres amorties du pendule élastique seront étudiées qualitativement et on distinguera le régime apériodique du régime pseudopériodique. Toutefois, avec le calcul de la variation de l'énergie mécanique totale du système, on montrera que la diminution d'amplitude est due aux frottements supposés visqueux (frottements équivalents à une force  $\vec{f} = -h.\vec{v}$ , où  $h$  est le coefficient de frottement et  $\vec{v}$  la vitesse).

On fera l'analogie formelle entre les oscillations électriques et les oscillations mécaniques.


\* \* \*

Une étude expérimentale quantitative du régime forcé sinusoïdal permettra de représenter l'amplitude des oscillations du pendule élastique en fonction de la fréquence  $N$  de l'excitateur, de dégager la manifestation de la résonance d'élongation à une fréquence  $N_r$  légèrement inférieur à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur.

Tant en électricité qu'en mécanique, on établira en régime sinusoïdal forcé l'expression de l'amplitude des oscillations et on déterminera la phase initiale de la grandeur oscillante en fonction de la fréquence  $N$  de l'excitateur par recours à la construction de Fresnel.

Toute étude systématique de la résonance de charge en électricité et de la résonance de vitesse ainsi que la puissance moyenne en mécanique est hors programme. Toutefois, on ne manquera pas d'exploiter l'analogie formelle électrique-mécanique pour signaler et caractériser la résonance de charge en électricité ainsi que la résonance de vitesse en mécanique et pour exprimer la puissance moyenne d'un pendule élastique en régime forcé.

## ONDES (7,5 – 9 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer entre une onde transversale et une onde longitudinale.</li> <li>■ Reconnaître que la propagation d'une onde est due à une propagation d'énergie sans transport de matière.</li> <li>■ Réaliser une expérience illustrant la propagation d'une onde sinusoïdale dans un milieu homogène et isotrope.</li> <li>■ Identifier, dans un milieu de propagation donné, les propriétés dont dépend la célérité d'une onde.</li> <li>■ Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point donné du milieu de propagation connaissant celle de la source d'onde progressive et représenter graphiquement le diagramme du mouvement de ce point.</li> <li>■ Représenter graphiquement l'aspect, à un instant donné, du milieu (ou d'une coupe du milieu) de propagation d'une onde progressive.</li> <li>■ Reconnaître la double périodicité d'une onde sinusoïdale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Nos oreilles perçoivent des sons. Qu'est ce qui fait qu'ils nous parviennent et pourquoi les sons émis et ceux qu'on perçoit sont les mêmes ?</li> <li>► La différence de salinité entre les eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée est à l'origine d'ondes progressives au niveau du détroit de Gibraltar. Quelles sont les propriétés de ce type d'ondes ?</li> <li>► Faire propager un ébranlement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le long d'une corde élastique tendue,</li> <li>- le long d'un ressort,</li> <li>- le long d'une échelle de perroquet,</li> <li>- à la surface d'une nappe d'eau dans une cuve à ondes.</li> </ul> Observer dans chaque cas l'ébranlement et comparer la direction de sa propagation avec la direction de la déformation locale du milieu de propagation. </li> <li>► Mesurer la célérité : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un ébranlement se propageant le long d'une échelle de perroquet à l'aide de deux photos capteurs placés devant deux barreaux de l'échelle,</li> <li>- du son à l'aide de deux microphones reliés chacun à une entrée d'un oscilloscope. </li> </ul> </li> <li>► Faire propager une onde progressive sinusoïdale le long d'une corde élastique, mettre en évidence sa périodicité temporelle avec la méthode optique et sa périodicité spatiale avec un éclairage stroboscopique.</li> </ul>	<p><b>I. Ondes mécaniques progressives</b></p> <p><b>I-1. Notion d'onde :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde transversale et onde longitudinale.</li> <li>- Célérité d'une onde.</li> </ul> <p><b>I-2. Onde progressive sinusoïdale :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double périodicité : périodicité temporelle (T) et périodicité spatiale (longueur d'onde <math>\lambda</math>).</li> </ul>	4,5-5,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Justifier le caractère ondulatoire de la lumière à partir des expériences de diffraction d'ondes mécaniques et d'ondes lumineuses.</li> <li>■ Préciser l'influence, sur le phénomène de diffraction, du quotient <math>\frac{\lambda}{a}</math> (<math>\lambda</math> étant la longueur d'onde et <math>a</math> la largeur de la fente).</li> <li>■ Réaliser des expériences de réflexion, de réfraction et de dispersion d'ondes mécaniques.</li> <li>■ Montrer qu'une lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations monochromatiques.</li> <li>■ Distinguer un milieu dispersif d'un milieu non dispersif.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Observer la diffraction d'une onde progressive rectiligne à la surface de la nappe d'eau d'une cuve à ondes, à travers une fente droite de largeur réglable et fixée à 1,3 cm par exemple et celle de la lumière émise par une source laser à travers une fente droite de largeur réglable et fixée à 0,2 mm par exemple ; faire varier dans chaque cas la largeur de la fente et suivre l'évolution de la netteté du phénomène de diffraction.</li> <li>► Observer la réflexion d'un ébranlement sur une extrémité fixe ou libre d'une corde élastique ou d'une échelle de perroquet.</li> <li>► Faire propager à la surface d'une nappe d'eau dans une cuve à ondes, une onde progressive sinusoïdale de forme rectiligne et lui faire subir respectivement une réflexion et une réfraction.</li> <li>► Visualiser à l'oscilloscope le signal représentant un son réfléchi sur un écran et détecté par un microphone.</li> </ul>	<p><b>II. Interactions onde-matière</b>  <b>II-1. Diffraction mécanique et lumineuse</b>  (caractère ondulatoire de la lumière).</p> <p><b>II-2. Réflexion</b>  <b>II-3. Réfraction</b>  <b>II-4. Dispersion</b></p>	3 - 3,5 h

## Commentaires

On introduira la notion d'onde par la réalisation des expériences permettant de générer un ébranlement dans un milieu élastique unidimensionnel (corde élastique et ressort) et bidimensionnel (surface libre d'un liquide) et on définira l'onde comme étant le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu donné.

Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans un milieu donné permettront de vérifier que la valeur de cette célérité est indépendante de la forme de l'onde et de son amplitude tant que celle-ci est faible. Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans des milieux de natures différentes (masses volumique, surfacique et linéique différentes ; atomicités différentes de gaz...) ou dans des états différents (tension ou torsion différentes ; températures différentes...) conduiront à montrer que la célérité  $v$  dépend des propriétés du milieu de propagation. Cependant, aucune expression de célérité en fonction de ces propriétés n'est au programme.

On insistera sur le fait qu'au cours de la propagation d'une onde mécanique sinusoïdale, les points du milieu de propagation effectuent chacun un mouvement sur place autour de sa position de repos alors que l'énergie est transmise d'un point à un autre pour affecter tout le milieu de propagation.

On montrera expérimentalement puis théoriquement la double périodicité d'une onde sinusoïdale dans le cas d'une onde transversale unidimensionnelle et on généralisera les résultats après une étude qualitative de cas variés (onde longitudinale, onde bidimensionnelle et onde tridimensionnelle : le son).

\* \* \*

La réalisation d'une expérience de diffraction d'une onde mécanique bidimensionnelle et d'une expérience de diffraction de la lumière conduira à déduire le caractère ondulatoire de la lumière. On examinera expérimentalement l'effet du quotient  $\frac{\lambda}{a}$  sur le phénomène de diffraction. Aucun développement théorique n'est au programme.

\* \* \*

On rappellera la dispersion de la lumière blanche par un prisme et on conclura que cette dernière est constituée de plusieurs radiations monochromatiques, chacune est caractérisée par sa fréquence  $\nu$ .

La différence de déviations subies par deux radiations de couleurs différentes tombant sous une même incidence sur une surface de séparation de deux milieux transparents donnés, permettra de montrer que l'indice de réfraction d'un matériau réfringent dépend de la couleur de la radiation qui le traverse.

On montrera expérimentalement que, comme l'onde lumineuse, l'onde mécanique peut subir la réflexion, la réfraction et la dispersion.

Aucun développement théorique n'est au programme.

## PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE (10 – 12 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Décrire une expérience montrant que l'énergie de l'atome est quantifiée.</li> <li>■ Calculer l'énergie de l'atome d'hydrogène en joules et en électrons-volts.</li> <li>■ Distinguer un spectre d'émission d'un spectre d'absorption.</li> <li>■ Appliquer la relation <math>\Delta E = h \cdot \nu</math></li> <li>■ Identifier un élément chimique à partir de son spectre d'émission ou d'absorption.</li> <li>■ Utiliser le spectre de la lumière émise par une étoile pour reconnaître certains de ses constituants.</li> <li>■ Ecrire le symbole d'un noyau atomique connaissant sa composition et inversement.</li> <li>■ Evaluer, en joules et en MeV, l'énergie mise en jeu au cours d'une transformation nucléaire.</li> <li>■ Evaluer en <math>u</math> et en <math>MeV \cdot c^{-2}</math>, le défaut de masse résultant de la formation d'un noyau.</li> <li>■ Calculer l'énergie de liaison d'un noyau et son énergie de liaison par nucléon.</li> <li>■ Comparer la stabilité de deux ou de plusieurs noyaux, connaissant la valeur de leur énergie de liaison par nucléon.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser l'expérience de dispersion de la lumière émise par une lampe spectrale (lampe à vapeur de mercure par exemple) par un prisme.</li> <li>► Observer un spectre de raies (H, Na, Hg et He), l'analyser et l'interpréter.</li> <li>► Comparer la masse totale des noyaux produits lors d'une transformation avec la somme des masses des noyaux de départ.</li> <li>► Analyser la courbe d'Aston représentant l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse.</li> </ul>	<p><b>I. Spectre atomique et quantification des échanges d'énergie</b></p> <p><b>I-1. Quantification de l'énergie d'un atome</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantification des échanges d'énergie à l'échelle des atomes.</li> <li>- Niveaux d'énergie d'un atome.</li> </ul> <p><b>I-2. Spectre atomique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum d'énergie : le photon.</li> <li>- Etat fondamental et états excités d'un atome.</li> <li>- Spectres d'absorption et d'émission d'un atome.</li> </ul> <p><b>II. Noyau atomique</b></p> <p><b>II-1. Equivalence masse-énergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relation d'Einstein <math>E = mc^2</math>.</li> <li>- Défaut de masse.</li> </ul> <p><b>II-2. Stabilité du noyau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie de liaison.</li> <li>- Energie de liaison par nucléon.</li> </ul>	<p>3 – 4 h</p> <p>2 h</p>



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Justifier l'émission de rayonnements radioactifs.</li> <li>■ Ecrire les équations des réactions nucléaires spontanées.</li> <li>■ Appliquer la loi de désintégration pour des durées multiples de la période d'un radioélément.</li> <li>■ Calculer l'activité d'un échantillon radioactif.</li> <li>■ Distinguer les réactions nucléaires spontanées des réactions nucléaires provoquées.</li> <li>■ Distinguer la fission de la fusion nucléaire.</li> <li>■ Ecrire les équations des réactions nucléaires provoquées.</li> <li>■ Justifier la variation d'énergie accompagnant la fission et la fusion nucléaires.</li> <li>■ Evaluer l'énergie libérée au cours des réactions nucléaires de fission et de fusion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de datation des éruptions volcaniques ainsi que des momies pharaoniques?</li> <li>► En quoi diffère la centrale d'électricité thermonucléaire de la centrale thermique classique ?</li> <li>► Qu'est-ce qu'un réacteur nucléaire ?</li> <li>► En quoi consistait l'accident survenu le 26 avril 1986 dans la centrale thermonucléaire de la ville de Tchernobyl en Ukraine ? En quoi consiste la gravité de cet accident et quelles sont ses conséquences néfastes pour le considérer jusqu'à maintenant comme étant la plus grande catastrophe du nucléaire civil ?</li> <li>► Quelle est l'origine de l'énergie solaire ?</li> </ul>	<p><b>III. Réactions nucléaires</b></p> <p><b>III-1. Réactions nucléaires spontanées : Radioactivité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radioactivité naturelle et radioactivité artificielle : les différents rayonnements.</li> <li>- Loi de désintégration radioactive.</li> <li>- Période ou demi-vie d'un radioélément.</li> <li>- Activité d'un échantillon radioactif et effet biologique.</li> <li>- Application: datation par le carbone 14 .</li> </ul> <p><b>III-2. Réactions nucléaires provoquées</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fission.</li> <li>- Fusion.</li> </ul> <p><u>Applications</u> : énergie nucléaire ; énergie du Soleil.</p>	5 – 6 h

## Commentaire

Pour mettre en évidence la quantification des échanges d'énergie à l'échelle d'un atome, on s'appuiera sur la description d'une expérience d'interaction électron-matière. Cette quantification servira à justifier la caractérisation d'un atome par des niveaux d'énergie, propriété introduite en chimie depuis la deuxième année secondaire.

En d'autres termes, l'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs bien déterminées. On dit qu'elle est quantifiée, ce qui se traduit pour l'atome d'hydrogène par :  $E_n = -\left(\frac{E_0}{n^2}\right)$  où  $n$  est un entier naturel non nul et  $E_0 = 13,6$  eV. Toute expression d'énergie, autre que celle de l'atome d'hydrogène, est hors programme.

Pour interpréter un spectre de raies, on admettra qu'une radiation lumineuse de longueur d'onde  $\lambda$  est constituée d'un flux de particules appelées photons. Ces photons, sans masse, ont la même énergie  $W$  appelée quantum d'énergie.

$$W = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda}, \text{ où } h \text{ est la constante de Planck.}$$

En absorbant un quantum d'énergie  $h \cdot \nu$  de valeur adéquate, un électron de l'atome passe de l'état fondamental de niveau d'énergie  $E_n$  à un autre niveau d'énergie supérieure  $E_p$  ; on dira que l'atome passe de l'état initial à un état excité. Ce dernier étant non stable, l'électron retourne à un niveau inférieur d'énergie  $E_q$  avec émission d'un rayonnement d'énergie  $W' = h \cdot \nu'$

avec  $W' = E_p - E_q$  telle que  $n \leq q < p$  et  $\nu' \leq \nu$ .

Avec leur comparaison, on dira que le spectre d'émission ou d'absorption d'un atome est équivalent à sa carte d'identité.

Le spectre atomique d'émission ou d'absorption donne des informations sur la nature de l'atome, son état dynamique, son abondance, son environnement...

Comme application, on notera que l'observation des spectres recueillis à partir des objets célestes montre que les étoiles, les galaxies et le milieu interstellaire contiennent essentiellement divers éléments et composés chimiques connus sur Terre : H, He, C, N, O, molécules organiques.

\* \* \*

On abordera l'étude du noyau atomique par des rappels succincts sur sa constitution et sa cohésion due aux forces nucléaires (interaction forte). On le représentera par  ${}^A_ZX$ .


Un bref aperçu historique permettra de situer le phénomène de radioactivité. On précisera le caractère de chaque rayonnement.


On fera remarquer qu'au cours d'une réaction nucléaire, le nombre de nucléons et les charges électriques se conservent.

La non conservation de la masse, lors d'une réaction nucléaire, se traduit par l'énergie libérée.

## B. CHIMIE (28 – 33 heures)

### CINETIQUE CHIMIQUE (4 – 5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer l'avancement d'une réaction.</li> <li>■ Calculer la vitesse moyenne.</li> <li>■ Déterminer graphiquement la vitesse instantanée d'une réaction chimique.</li> <li>■ Distinguer la différence entre catalyseur et réactif.</li> <li>■ Reconnaître les principaux facteurs cinétiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser l'expérience des ions iodure <math>\text{I}^-</math> avec les ions peroxydisulfate <math>\text{S}_2\text{O}_8^{2-}</math>, calculer son avancement <math>x</math> et tracer la courbe <math>x = f(t)</math> </li> <li>► Quel est le rôle de la levure dans la préparation du pain ?</li> <li>► Pourquoi conserver des aliments dans un réfrigérateur ?</li> <li>► Pourquoi le lait caille plus vite quand on lui ajoute quelques gouttes de citron ?</li> </ul>	<p><b>I. Notion d'avancement :</b>  <b>I-1. Définition.</b>  <b>I-2. Evolution au cours du temps.</b></p> <p><b>II. Vitesse d'une réaction chimique :</b>  <b>II-1. Vitesse moyenne.</b>  <b>II-2. Vitesse instantanée.</b></p> <p><b>III. Principaux facteurs cinétiques :</b>  <b>III-1. Concentration.</b>  <b>III-2. Température.</b>  <b>III-3. Catalyseur.</b></p>	<p>2,5 - 3,5 h</p> <p>1,5 h</p>

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

#### Commentaire

On exprimera l'avancement  $x$  en mole. A partir d'une étude expérimentale de la réaction des ions peroxydisulfate  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  avec les ions iodure  $\text{I}^-$ , on montrera qualitativement l'importance du facteur temps dans l'évolution d'une réaction chimique.


L'étude quantitative de cette réaction permettra d'introduire :

- les notions de vitesse moyenne  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  et de vitesse instantanée  $\frac{dx}{dt}$
- d'une réaction chimique ( $x$  étant l'avancement de la réaction),
- l'influence des principaux facteurs cinétiques.

A volume constant, il sera commode d'utiliser la vitesse volumique de la réaction que l'on définira par  $\frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ .

Le catalyseur est un facteur cinétique, il n'y a pas lieu de traiter systématiquement la catalyse (catalyse homogène, catalyse hétérogène et auto catalyse).

## EQUILIBRES CHIMIQUES (7,5 – 9 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer l'avancement maximal d'une réaction.</li> <li>■ Calculer le taux d'avancement maximal d'une réaction chimique.</li> <li>■ Déterminer le caractère total ou limité d'une réaction.</li> <li>■ Faire l'étude expérimentale quantitative de la réaction d'estérification.</li> <li>■ Reconnaître un système en état d'équilibre chimique.</li> <li>■ Appliquer la loi d'action de masse.</li> <li>■ Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique vers un état d'équilibre.</li> <li>■ Appliquer la loi de modération pour prévoir le sens d'évolution d'un système chimique d'un état d'équilibre à un autre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Comparer l'avancement final de la réaction des ions peroxodisulfate <math>\text{S}_2\text{O}_8^{2-}</math> avec les ions iodure <math>\text{I}^-</math>, réalisée dans le chapitre précédent, à son avancement maximal.</li> <li>► Faire une étude expérimentale quantitative de la réaction du butan-1-ol avec l'acide éthanoïque et déterminer graphiquement son avancement final. </li> <li>► La transformation d'un système chimique est-elle toujours totale ?</li> <li>► Peut-on accélérer une transformation chimique ?</li> <li>► Pourquoi certaines réactions sont-elles totales et d'autres sont limitées ?</li> <li>► A l'aide de l'étude expérimentale de l'estérification réalisée précédemment, dégager l'influence des concentrations sur l'équilibre estérification – hydrolyse.</li> <li>► Etudier expérimentalement l'influence des concentrations et celle de la température sur l'équilibre : <math>\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}</math></li> <li>► Etudier expérimentalement et qualitativement l'influence de la température et celle de la pression sur l'équilibre : <math>\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2</math></li> </ul>	<p><b>I. Notion d'équilibre chimique :</b></p> <p><b>I-1. Avancement final et avancement maximal :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas d'une réaction totale.</li> <li>- Cas d'une réaction limitée.</li> </ul> <p><b>I-2. Taux d'avancement final d'une réaction chimique.</b></p> <p><b>I-3. Définition d'un état d'équilibre chimique.</b></p> <p><b>I-4. Interprétation microscopique de l'équilibre chimique.</b></p> <p><b>II. Loi d'action de masse :</b></p> <p><b>II-1. La fonction des concentrations</b></p> <p><b>II-2. Enoncé de la loi d'action de masse :</b> Constante d'équilibre.</p> <p><b>III. Conditions d'évolution spontanée.</b></p> <p><b>IV. Loi de modération.</b></p>	<p>4 – 4,5 h</p> <p>1 h</p> <p>1h</p> <p>1,5 - 2,5 h</p>

## Commentaires

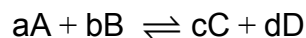
On définira le taux d'avancement final d'une réaction chimique comme étant le quotient de son avancement final  $x_f$  sur son avancement maximal  $x_{\max}$ .

L'étude expérimentale de la réaction d'estérification permettra de montrer que cette réaction est limitée par une réaction inverse (hydrolyse) et de dégager la loi d'action de masse.

On énoncera la loi d'action de masse comme suit :

A une température donnée, un système chimique est en équilibre lorsque sa composition devient invariante et telle que la fonction des concentrations  $\pi$  est égale à une constante  $K$  indépendante de sa composition initiale, appelée constante d'équilibre.

En phase liquide, pour toute transformation aboutissant, à une température donnée, à un équilibre du type :



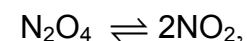
la loi d'action de masse s'écrit  $K = \frac{[C]_{\text{éq}}^c \cdot [D]_{\text{éq}}^d}{[A]_{\text{éq}}^a \cdot [B]_{\text{éq}}^b}$ .

On n'envisagera que des systèmes chimiques où tous les constituants sont dans une même phase liquide.

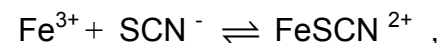
La constante d'équilibre est exprimée sans unité.

Pour mettre en évidence les effets de la concentration, de la température et de la pression sur l'évolution d'un système chimique d'un état d'équilibre à un autre, on choisira ceux jugés les mieux adaptés parmi les exemples suivants:

- la réaction d'estérification,
- les réactions de précipitation et de dissolution,
- la réaction de dissociation du peroxyde d'azote :






- la réaction de l'ion Fer III avec l'ion thiocyanate :



$FeSCN^{2+}$  étant l'ion thiocyanato Fer III.

## REACTIONS ACIDES-BASES (10 – 11,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi d'action de masse à l'équilibre ionique de l'eau et aux réactions acide-base d'une manière générale.</li> <li>■ Classer les acides et les bases en fonction de leur constante d'acidité <math>K_a</math> ou de basicité <math>K_b</math>.</li> <li>■ Etablir pour un couple acide-base la relation <math>K_a \cdot K_b = K_e</math>.</li> <li>■ Utiliser le couple de référence <math>H_3O^+ / H_2O</math> pour comparer les forces des couples acide-base entre eux.</li> <li>■ Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte en fonction de sa concentration initiale.</li> <li>■ Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide faible ou de base faible en fonction de sa concentration initiale et de la constante d'acidité.</li> <li>■ Appliquer l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide ou de base au calcul des concentrations initiales.</li> <li>■ Réaliser les expériences de dosage acide-base.</li> <li>■ Déterminer à l'aide des courbes d'évolution du pH relatives aux dosages acide-base :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- la force de l'acide ou de la base ;</li> <li>- la concentration initiale de la solution aqueuse acide ou basique utilisée ;</li> <li>- le point d'équivalence et éventuellement celui de demi-équivalence.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Vérifier expérimentalement que le pH d'une solution d'acide (ou de base) dépend de la concentration de la solution.</li> <li>► Deux solutions aqueuses d'acide chlorhydrique et d'acide éthanoïque de même concentration C ont-elles le même pH ?</li> <li>► Mesurer les pH de deux solutions aqueuses d'acides (ou de bases) de même concentration initiale et comparer les forces des deux acides (ou bases).</li> <li>► Suivre l'évolution du pH au cours des dosages acide-base :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- acide fort – base forte, </li> <li>- acide faible – base forte, </li> <li>- base faible – acide fort. </li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I. Equilibre acide-base</b></p> <p><b>II. Classification des acides et des bases :</b></p> <p><b>II-1. Acide fort, acide faible, base forte et base faible.</b></p> <p><b>II-2. Choix d'un couple de référence.</b></p> <p><b>III. pH des solutions aqueuses.</b></p> <p><b>IV. Réaction d'un acide avec une base.</b></p> <p><b>IV-1. Evolution du pH au cours des réactions acide-base.</b></p> <p><b>IV-2. Application au dosage acido-basique.</b></p>	<p>5 – 6 h</p> <p>5-5,5 h</p>

## Commentaires

On rappellera que la dissociation de l'eau est une réaction limitée. L'application de la loi d'action de masse permettra de retrouver l'expression du produit ionique de l'eau  $K_e = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$ .

Pour la réaction acide-base :  $A_1 + B_2 \rightleftharpoons A_2 + B_1$ , la comparaison de la valeur de la fonction des concentrations  $\pi$  à la valeur de la constante d'équilibre  $K$  permettra de prévoir le sens d'évolution du système.

La valeur de chacune des constantes d'équilibre caractérisant :

$$AH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^- \text{ avec } K_a = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}$$

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^- \text{ avec } K_b = \frac{[BH^+]_{\text{éq}} \cdot [OH^-]_{\text{éq}}}{[B]_{\text{éq}}} \quad \text{permet de}$$

classifier les acides (ou les bases) en :

- forts :  $K_a$  (ou  $K_b$ ) très grand  $\Leftrightarrow$  réaction pratiquement totale
- faibles :  $K_a$  (ou  $K_b$ ) moyen  $\Leftrightarrow$  réaction moyennement limitée
- indifférents dans l'eau :  $K_a$  (ou  $K_b$ ) très petit  $\Leftrightarrow$  pratiquement pas de réaction.

On montrera que pour un même couple acide-base :  $K_a \cdot K_b = K_e$

Pour des raisons de commodité de calcul, on utilise le  $pK_a$  qui sera défini comme étant :  $pK_a = -\log K_a$

Pour pouvoir comparer tous les couples acide-base entre eux, il est commode de les comparer à un même couple pris pour référence, le couple  $H_3O^+ / H_2O$ .

On établira l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte en fonction de sa concentration initiale quand on pourra négliger les ions dus à l'ionisation propre de l'eau.

On établira l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide faible ou de base faible en fonction de sa concentration  $C$  et du  $pK_a$  quand on pourra faire les approximations suivantes :

- négliger les ions dus à l'ionisation propre de l'eau devant les ions provenant de l'acide ou de la base ;
  - $[A^-] \ll [AH]$ , soit  $[AH] = C$  pour un acide faiblement dissocié en solution aqueuse diluée.
  - $[BH^+] \ll [B]$ , soit  $[B] = C$  pour une base faiblement dissociée en solution aqueuse diluée.
- \* \* \*

On réservera une séance de travaux pratiques pour l'étude de l'évolution du pH au cours de la réaction d'une solution aqueuse d'acide fort avec une solution aqueuse de base forte et une séance pour les deux cas : solution d'acide fort-solution de base faible et solution d'acide faible-solution de base forte.

L'interprétation des courbes d'évolution du pH au cours des réactions acide-base sera faite sans recours au calcul des concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

La forme des courbes (acide fort-base faible ; acide faible-base forte) permet d'introduire l'existence de solutions tampons (solutions dont le pH est voisin du  $pK_a$ ). Cependant, celles-ci ne doivent pas faire l'objet d'application numérique.


Le dosage d'un acide faible par une base faible est hors programme.

On donnera des exemples de zones de virage de quelques indicateurs colorés et on signalera que chaque indicateur coloré prend dans sa zone de virage une teinte particulière dite teinte sensible.

Tout développement théorique portant sur la zone de virage est hors programme

Pour un dosage acido-basique donné, la valeur du pH au point d'équivalence permettra de justifier le choix de l'indicateur coloré.

## PILES, SIEGES DE TRANSFORMATIONS SPONTANEEES (6,5 – 7,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement de la pile Daniell.</li> <li>■ Déduire à partir du sens du courant, le sens de la réaction spontanée qui se produit dans la pile.</li> <li>■ Déterminer le sens de la transformation spontanée mettant en jeu deux couples rédox.</li> <li>■ Généraliser le principe de la pile Daniell à d'autres piles du même type.</li> <li>■ Appliquer l'expression de la f.e.m. <math>E</math> d'une pile de type Daniell sur d'autres piles du même type.</li> <li>■ Faire un classement de quelques couples rédox selon le potentiel normal d'électrode.</li> <li>■ Expliquer le fonctionnement d'une pile alcaline.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser la pile Daniell ainsi que d'autres de même type, identifier leur polarité, mesurer la f.e.m. <math>E</math>, suivre ce qui se passe au niveau des électrodes.</li> <li>► Suivre expérimentalement l'évolution de la f.e.m. <math>E</math> de la pile Daniell en fonction des concentrations des deux solutions. </li> <li>► Les métaux et les solutions ioniques sont des bons conducteurs électriques. Comment peut-on les associer pour fabriquer une pile ?</li> <li>► Introduire deux lames de métaux différents dans un citron (ou orange) et vérifier l'existence d'une tension entre les deux lames.</li> <li>► Introduire deux lames, l'une en zinc et l'autre en cuivre, dans une solution de sulfate de cuivre et vérifier l'existence d'une tension entre les deux lames.</li> </ul>	<p><b>I. Etude de la pile Daniell</b></p> <p><b>II. Généralisation : piles de type Daniell</b></p> <p><b>III. Influence des concentrations sur la f.e.m. des piles du type Daniell</b></p> <p><b>IV. Choix d'une référence :</b>  IV-1. La demi-pile normale à hydrogène.  IV-2. Le potentiel normal rédox.  IV-3. Classification électrochimique des couples rédox.</p> <p><b>V. La pile alcaline, exemple de pile usuelle.</b></p>	<p>2,5 – 3 h</p> <p>1,5 h</p> <p>2,5 – 3 h</p>



## Commentaires

L'étude de la pile Daniell permettra de dégager les notions suivantes : la polarité, la f.e.m, les réactions aux électrodes, les demi-piles et le sens du courant électrique.

On reliera le sens de circulation des électrons (dans le circuit extérieur) au sens de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

On indiquera que la réaction:

$\text{Zn}_{(\text{sd})} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}_{(\text{sd})} + \text{Zn}^{2+}$  évolue vers un équilibre dynamique.

A une température donnée, le rapport  $\frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$ , appelée fonction

usuelle des concentrations prend, à l'équilibre dynamique, une valeur

constante  $\mathbf{K} = \frac{[\text{Zn}^{2+}]_{\text{éq}}}{[\text{Cu}^{2+}]_{\text{éq}}}$  appelée constante d'équilibre usuelle.

A la température  $\theta = 25^\circ\text{C}$ , la force électromotrice de la pile Daniell a pour expression :

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$
 avec  $\mathbf{E}^0$  : la f.e.m. normale de la

pile, exprimée en volt.

On reliera le sens de la réaction spontanée au signe de  $\mathbf{E}$ .

On signalera qu'à l'équilibre dynamique, la pile ne débite plus ( $\mathbf{E}=0$ ), ce qui donne  $\mathbf{E}^0 = 0,03 \log \mathbf{K}' = 0,03 \log \mathbf{K}$ .

Pour les piles de type Daniell mettant en jeu les couples ( $\text{M}^{n+}/\text{M}$ ) et ( $\text{M}'^{m+}/\text{M}'$ ), on se limitera aux cas où  $m = n$ .

On dira que la f.e.m d'une pile analogue à la pile Daniell, siège de la réaction :  $\mathbf{Ox}_1 + \mathbf{Red}_2 \rightleftharpoons \mathbf{Ox}_2 + \mathbf{Red}_1$ , est fonction des concentrations et de la température.

$$\text{A la température ambiante } \theta = 25^\circ\text{C} : \mathbf{E} = \mathbf{E}^0 - \frac{0,06}{n} \log \frac{[\mathbf{Ox}_2]}{[\mathbf{Ox}_1]}.$$

Cette expression est valable dans le cas où les couples redox  $\mathbf{Ox}_1/\mathbf{Red}_1$  et  $\mathbf{Ox}_2/\mathbf{Red}_2$ , mettent en jeu le même nombre d'électrons et les formes  $\mathbf{Red}_1$  et  $\mathbf{Red}_2$  sont des solides.

On signalera que lorsque le courant s'annule, c'est-à-dire lorsque  $\mathbf{E}=0$ , on est à l'équilibre dynamique, ce qui donne  $\mathbf{E}^0 = \frac{0,06}{n} \log \mathbf{K}$ .

On fera remarquer que la connaissance de  $\mathbf{E}^0$  (ou de  $\mathbf{K}$ ) permet de comparer les forces de deux couples rédox et de classer les différents couples rédox.

En tenant compte des concentrations, cette classification permet de prévoir si une réaction d'oxydoréduction est possible spontanément.

Toutefois, certaines réactions d'oxydoréduction spontanément possibles sont très lentes pour être observées.



La pile alcaline sera introduite comme étant une pile d'usage courant, différente de la pile Daniell. On se limitera à sa description et à son principe de fonctionnement.


# **Section**





# **Sciences Expérimentales**




# A. PHYSIQUE (39,5 – 47 heures)



## EVOLUTION DE SYSTEMES (23 – 27 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de tracer la courbe d'évolution de la charge électrique d'un condensateur au cours du temps.</li> <li>■ Déterminer à l'aide de la courbe de charge d'un condensateur la valeur de la capacité C.</li> <li>■ Reconnaître que l'intensité <math>i</math> du courant est une grandeur algébrique.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit la charge instantanée <math>q(t)</math> d'un condensateur, la tension <math>u_C(t)</math> à ses bornes et l'intensité <math>i(t)</math> du courant qui parcourt le circuit de charge durant le régime transitoire.</li> <li>■ Déterminer graphiquement, à partir des courbes de réponse <math>u_C(t)</math> ou <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un condensateur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de fonctionnement du flash d'un appareil photo ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence la charge et la décharge d'un condensateur.</li> <li>► Le courant électrique circule-t-il toujours dans le même sens dans une portion de circuit ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de charger un condensateur par un générateur de courant et de suivre l'évolution de la charge au cours du temps. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant d'étudier la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_C(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à une tension en créneau. </li> </ul>	<p><b>I. Evolution de systèmes électriques</b>  <b>I -1. Le condensateur, le dipôle RC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description sommaire d'un condensateur.</li> <li>- Charge électrique et capacité d'un condensateur.</li> <li>- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</li> <li>- Energie emmagasinée dans un condensateur.</li> </ul>	4 – 5 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication).

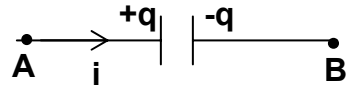
Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'induction électromagnétique.</li> <li>■ Appliquer la loi de Lenz.</li> <li>■ Reconnaître les facteurs dont dépend la f.e.m. d'auto-induction.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de <math>i</math> en fonction du temps dans un dipôle RL soumis à un échelon de tension.</li> <li>■ Déterminer graphiquement, à partir des courbes de réponse <math>u_L(t)</math> ou <math>i(t)</math>, d'un dipôle RL soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un solénoïde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi les transformateurs ne peuvent pas être utilisés en courant continu ?</li> <li>► Comment fonctionnent les ralentisseurs électromagnétiques des véhicules poids lourd ?</li> <li>► Fermer une bobine (solénoïde par exemple) sur un galvanomètre balistique, approcher ou éloigner un aimant droit de la bobine et observer les indications du galvanomètre. </li> <li>► Effectuer une expérience permettant de dégager la loi de Lenz. </li> <li>► Monter en série un résistor de résistance <math>R</math> avec une bobine de résistance négligeable devant <math>R</math>, alimenter l'ensemble avec une tension triangulaire, visualiser à l'oscilloscope les courbes représentant la tension <math>u_L(t)</math> aux bornes de la bobine ainsi que <math>u_R(t)</math> aux bornes du résistor et en déduire que <math>u_L(t)</math> est proportionnelle à <math>\frac{di}{dt}</math>. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_L(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RL soumis à une tension en créneau. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence l'énergie emmagasinée par une bobine.</li> </ul>	<p><b>I-2. La bobine, le dipôle RL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Induction électromagnétique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Courant induit : Loi de Lenz.</li> <li>• Force électromotrice d'induction.</li> </ul> </li> <li>- Auto induction : Force électromotrice d'auto induction et inductance d'un solénoïde.</li> <li>- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>- Energie emmagasinée dans une bobine.</li> </ul>	5,5 - 6,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de suivre les oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Reconnaître le régime pseudopériodique et le régime apériodique.</li> <li>■ Reconnaître le facteur responsable de l'amortissement.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Interpréter la diminution de l'amplitude des oscillations libres amorties par le transfert d'énergie de l'oscillateur vers le milieu extérieur.</li> <li>■ Distinguer, en régime forcé, le résonateur de l'excitateur.</li> <li>■ Visualiser simultanément à l'oscilloscope la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mesurer l'amplitude et la fréquence d'une grandeur oscillante sinusoïdale.</li> <li>■ Déterminer le déphasage entre la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de résonance d'intensité et celui de la résonance de charge.</li> <li>■ Etablir en <math>i(t)</math> ou en <math>q(t)</math>, l'équation différentielle des oscillations forcées en régime sinusoïdal.</li> <li>■ Etablir l'expression de l'intensité maximale <math>I_m</math> en fonction de la fréquence des excitations de l'oscillateur et déduire celle de la charge maximale <math>Q_m</math>.</li> <li>■ Calculer la puissance moyenne absorbée par un oscillateur électrique.</li> <li>■ Expliquer l'importance du facteur de puissance dans les transformations de l'énergie électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► En quoi consiste la recherche manuelle ou automatique d'une chaîne radio ou d'un canal de télévision ?</li> <li>► Réaliser la décharge d'un condensateur de capacité <math>C</math> dans une bobine (<math>L, r</math>) en série avec un résistor de résistance <math>R_0</math>, visualiser et tracer la tension <math>u(t)</math> à ses bornes pour différentes valeurs de la résistance <math>R_0</math>. </li> <li>► Tracer les courbes représentant l'énergie totale d'un circuit RLC série en régime libre ainsi que les énergies <math>E_c = \frac{1}{2} C.u^2</math> et <math>E_m = \frac{1}{2} L.i^2</math> emmagasinées respectivement dans le condensateur et dans la bobine. </li> <li>► Alimenter un circuit RLC série par un générateur délivrant une tension <math>u(t)</math> de valeur maximale <math>U_m</math> fixe et de fréquence <math>N</math> réglable : <ul style="list-style-type: none"> <li>- visualiser simultanément les tensions <math>u(t)</math> et <math>u_R(t)</math>,</li> <li>- suivre qualitativement, l'évolution du déphasage de <math>i(t)</math> par rapport à <math>u(t)</math> en fonction de la fréquence <math>N</math> de l'excitateur,</li> <li>- suivre quantitativement l'évolution de <math>I_m</math> en fonction de la fréquence <math>N</math> de l'excitateur,</li> <li>- suivre quantitativement l'évolution de la tension efficace <math>U_c</math> aux bornes du condensateur en fonction de la fréquence <math>N</math>,</li> <li>- tracer les courbes représentant <math>I_m = f(N)</math> et <math>U_c = g(N)</math>. </li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I-3. Le circuit RLC série</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oscillations libres amorties : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Régime pseudopériodique et régime apériodique.</li> <li>• Equation différentielle.</li> <li>• L'énergie totale et sa non conservation.</li> </ul> </li> <li>- Cas particulier : l'oscillateur libre non amorti <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equation différentielle.</li> <li>• Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math>.</li> <li>• L'énergie totale et sa conservation.</li> </ul> </li> <li>- Oscillations forcées en régime sinusoïdal : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production.</li> <li>• Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations : résonance d'intensité et résonance de charge.</li> <li>• Impédance électrique.</li> <li>• Puissance moyenne et facteur de puissance : pertes en ligne.</li> </ul> </li> </ul>	9,5-10,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un pendule élastique.</li> <li>■ Mesurer la période propre d'un pendule élastique.</li> <li>■ Calculer l'énergie totale d'un pendule élastique en régime libre non amorti.</li> <li>■ A l'aide d'un enregistrement graphique, reconnaître le régime d'oscillations libres (amorti ou bien non amorti) d'un pendule élastique.</li> <li>■ Expliquer la diminution d'amplitude des oscillations libres amorties d'un pendule élastique par la non conservation de son énergie totale.</li> <li>■ Mettre en évidence, qualitativement, le phénomène de résonance d'élongation d'un pendule élastique.</li> <li>■ Utiliser l'analogie formelle électrique- mécanique pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- écrire, en <math>x</math> ou en <math>v</math>, l'équation différentielle des oscillations mécaniques forcées en régime sinusoïdal ;</li> <li>- écrire l'expression de l'élongation maximale <math>X_m</math> et celle de la vitesse maximale <math>V_m</math> de l'oscillateur en fonction de la fréquence <math>N</math> de l'excitateur ;</li> <li>- caractériser la résonance d'élongation ;</li> <li>- caractériser la résonance de vitesse ;</li> <li>- exprimer la puissance mécanique moyenne d'un oscillateur.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Faire osciller librement un pendule élastique et enregistrer graphiquement les premières oscillations. </li> <li>► Mesurer les valeurs de la période des oscillations libres d'un pendule élastique pour différentes valeurs de l'amplitude et les comparer.</li> <li>► Faire une série de mesures de la période propre <math>T_0</math> d'un pendule élastique pour différentes valeurs de la masse <math>m</math> du solide, puis tracer la courbe <math>T_0 = f(\sqrt{m})</math> ; faire de même pour différentes valeurs de la raideur <math>k</math> du ressort, puis tracer la courbe <math>T_0 = f\left(\sqrt{\frac{1}{k}}\right)</math> ; à l'aide des deux courbes tracées, trouver l'expression de <math>T_0</math>.</li> <li>► Enregistrer graphiquement les oscillations libres amorties d'un pendule élastique. </li> <li>► Dresser un tableau d'analogie formelle électrique- mécanique.</li> <li>► Pourquoi a-t-on interdit à un régiment de soldats de traverser un pont au pas cadencé ?</li> <li>► Imposer à un pendule élastique des excitations sinusoïdales de fréquence <math>N</math> réglable, suivre qualitativement et pour des frottements différents, l'évolution de <math>X_m</math> en fonction de <math>N</math>.</li> </ul>	<p><b>II. Evolution d'un système mécanique : le pendule élastique</b></p> <p><b>II-1. Oscillations libres non amorties :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence.</li> <li>- Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math>.</li> <li>- Equation différentielle.</li> <li>- L'énergie totale et sa conservation.</li> </ul> <p><b>II-2. Oscillations libres amorties :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régimes pseudopériodique et apériodique.</li> <li>- L'énergie totale et sa non conservation.</li> </ul> <p><b>II-3. Oscillations forcées en régime sinusoïdal :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production.</li> <li>- Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations : résonance d'élongation et résonance de vitesse.</li> </ul>	4 - 5 h

## Commentaires

On exprimera l'intensité du courant circulant dans une portion de circuit comportant un condensateur sous la forme  $i = \frac{dq}{dt}$  en adoptant comme sens positif du courant celui dans lequel il circule vers l'armature portant la charge  $+q$ .



A partir de la courbe  $u_C=f(t)$ , obtenue en alimentant le condensateur par un générateur de courant, on introduira la capacité  $C$  d'un condensateur et on la définira comme étant une grandeur qui caractérise son aptitude à emmagasiner une charge électrique  $q$  lorsqu'il est soumis à une tension  $u_C$ .

On précisera que la capacité  $C$  d'un condensateur ne dépend que de ses caractéristiques géométriques et de la nature du diélectrique. On donnera l'expression de la capacité d'un condensateur plan  $C = \epsilon \frac{S}{e}$ .

Toute association de condensateurs est hors programme.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie électrique emmagasinée par un condensateur et on fera remarquer que cette énergie est une énergie potentielle électrique dont on donnera, sans démonstration, l'expression  $E_e = \frac{1}{2} C.u^2$ .

On dégagera le caractère algébrique de l'intensité du courant à partir des courbes de réponse  $u_C = f(t)$  et  $i = h(t)$ .

On ne manquera pas de signaler l'intérêt pratique des condensateurs.

\*\*\*

On introduira le phénomène d'induction électromagnétique de manière qualitative par variation du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  (déplacement relatif bobine-aimant ; variation de l'intensité du courant électrique circulant dans une bobine).

La notion de flux est hors programme.

On introduira l'inductance  $L$  d'une bobine à l'aide de la courbe de variation de  $u_L(t)$  en fonction de  $\frac{di}{dt}$  et on montrera qu'elle dépend des caractéristiques géométriques du solénoïde. De l'expression de  $u_L(t)$ , on déduira celle de la f.e.m. d'auto-induction.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie magnétique emmagasinée par une bobine, et on donnera sans démonstration son expression  $E_m = \frac{1}{2} L.i^2$ .

Comme applications, on ne manquera pas de signaler le principe de fonctionnement d'un alternateur et celui d'un transformateur.

\*\*\*

A propos de l'évolution dans le temps d'un circuit RLC série en régime libre, on se limitera à en faire une étude expérimentale :

On l'entamera par une mise en évidence du régime pseudopériodique ; l'étude de l'influence de l'amortissement permettra de dégager le régime apériodique et de signaler qu'à la limite, si l'amortissement est suffisamment très faible pour pouvoir le supposer nul, on aura le régime périodique.

A l'aide d'un système d'acquisition numérique, par exemple, on montrera expérimentalement la non conservation de l'énergie totale ( $E = \frac{1}{2} C.u^2 + \frac{1}{2} L.i^2$ ) d'un circuit RLC série en régime libre.

Par application de la loi des mailles, on montrera que les oscillations libres d'un circuit LC (circuit RLC série de résistance négligeable) sont sinusoïdales de fréquence  $N_0$  appelée fréquence propre de l'oscillateur.

\* \* \*

En régime forcé sinusoïdal, avec l'étude expérimentale qui devance l'étude théorique on traitera l'influence de la fréquence  $N$  de la tension excitatrice  $u$  sur la réponse du résonateur (valeur maximale de l'intensité du courant et valeur maximale de la charge) pour différentes valeurs de la résistance totale  $R$  du circuit, on mettra en évidence la manifestation du phénomène de résonance d'intensité à la fréquence  $N_r$  égale à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur et celui de charge à une fréquence  $N_r$  inférieure à la fréquence propre  $N_0$ .

L'étude de la résonance d'intensité et celle de charge peuvent faire l'objet d'une même séance de travaux pratiques.

On ne manquera pas de signaler l'importance du phénomène de résonance dans la pratique.

Par la suite, on établira les expressions de l'impédance  $Z$  du circuit RLC série et de l'intensité maximale  $I_m$  du courant électrique en fonction de la fréquence  $N$ . L'expression de la charge maximale  $Q_m$  en fonction de la fréquence  $N$  de la tension excitatrice  $u(t)$  sera déduite à partir de celle de l'intensité maximale  $I_m$ .

On interprètera le phénomène de résonance et on montrera l'existence du phénomène de surtension qui sera caractérisé par le facteur de surtension  $Q = \frac{L\omega_0}{R}$  à la résonance d'intensité et on signalera l'importance de ce dernier. La notion de bande passante est hors programme.

\* \* \*

Pour le pendule élastique, en supposant que les premières oscillations libres dans l'air sont pratiquement non amorties, on fera dégager expérimentalement qu'elles sont périodiques, que la période propre  $T_0$  est indépendante de l'amplitude des oscillations et que son expression est  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  dans laquelle  $k$  est la raideur du ressort et  $m$

est la masse du solide. Par la suite, dans le but de vérifier les résultats expérimentaux trouvés, on passera à une étude théorique des oscillations libres d'un pendule élastique **horizontal**. Dans ce cadre, et pour établir l'équation différentielle des oscillations libres du pendule, on appliquera la relation fondamentale de la dynamique.

Comme expression de l'énergie potentielle élastique, on donnera  $E_{pe} = \frac{1}{2} k\Delta\ell^2$ , où  $\Delta\ell$  est la déformation du ressort.

Connaissant la nature sinusoïdale du mouvement du solide, on montrera que l'énergie mécanique totale de l'oscillateur horizontal est constante et qu'elle est proportionnelle au carré de l'amplitude de la grandeur oscillante.


\* \* \*



Comme celles du circuit RLC série, les oscillations libres amorties du pendule élastique seront étudiées qualitativement et on distinguera le régime apériodique du régime pseudopériodique. Toutefois, avec le calcul de la variation de l'énergie mécanique totale du système, on montrera que la diminution d'amplitude est due aux frottements supposés visqueux (frottements équivalents à une force  $\vec{f} = -h \cdot \vec{v}$ , où  $h$  est le coefficient de frottement et  $\vec{v}$  est la vitesse).

Une étude expérimentale qualitative du régime forcé sinusoïdal permettra de suivre l'évolution de l'amplitude des oscillations du pendule élastique en fonction de la fréquence  $N$  de l'excitateur pour des amortissements différents, de dégager la manifestation de la résonance d'élongation à une fréquence  $N_r$  légèrement inférieure à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur.

## ONDES (6,5 – 8 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer entre une onde transversale et une onde longitudinale.</li> <li>■ Reconnaître que la propagation d'une onde est due à une propagation d'énergie sans transport de matière.</li> <li>■ Réaliser une expérience illustrant la propagation d'une onde sinusoïdale dans un milieu homogène et isotrope.</li> <li>■ Identifier, dans un milieu de propagation donné, les propriétés dont dépend la célérité d'une onde.</li> <li>■ Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point donné du milieu de propagation connaissant celle de la source d'onde progressive et représenter graphiquement le diagramme du mouvement de ce point.</li> <li>■ Représenter graphiquement l'aspect à un instant donné, du milieu (ou d'une coupe du milieu) de propagation d'une onde progressive.</li> <li>■ Reconnaître la double périodicité d'une onde sinusoïdale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Nos oreilles perçoivent des sons. Qu'est ce qui fait qu'ils nous parviennent et pourquoi les sons émis et ceux qu'on perçoit sont les mêmes ?</li> <li>► La différence de salinité entre les eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée est à l'origine d'ondes progressives au niveau du détroit de Gibraltar. Quelles sont les propriétés de ce type d'ondes ?</li> <li>► Faire propager un ébranlement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le long d'une corde élastique tendue,</li> <li>- le long d'un ressort,</li> <li>- le long d'une échelle de perroquet,</li> <li>- à la surface d'une nappe d'eau dans une cuve à ondes.</li> </ul> </li> </ul> <p>Observer dans chaque cas l'ébranlement et comparer la direction de sa propagation avec la direction de la déformation locale du milieu de propagation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► Mesurer la célérité : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un ébranlement se propageant le long d'une échelle de perroquet à l'aide de deux photo capteurs placés devant deux barreaux de l'échelle,</li> <li>- du son à l'aide de deux microphones reliés chacun à une entrée d'un oscilloscope. </li> </ul> </li> <li>► Faire propager une onde progressive sinusoïdale le long d'une corde élastique, mettre en évidence sa périodicité temporelle avec la méthode optique et sa périodicité spatiale avec un éclairage stroboscopique.</li> </ul>	<p><b>I. Ondes mécaniques progressives</b></p> <p><b>I-1. Notion d'onde :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde transversale et onde longitudinale.</li> <li>- Célérité d'une onde.</li> </ul> <p><b>I-2. Onde progressive sinusoïdale :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double périodicité : périodicité temporelle (T) et périodicité spatiale (longueur d'onde <math>\lambda</math>).</li> </ul>	4,5 - 5,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Justifier le caractère ondulatoire de la lumière à partir d'expériences de diffraction d'ondes mécaniques et d'ondes lumineuses.</li> <li>■ Préciser l'influence, sur le phénomène de diffraction, du quotient <math>\frac{\lambda}{a}</math> (<math>\lambda</math> étant la longueur d'onde et <math>a</math> la largeur de la fente).</li> <li>■ Réaliser des expériences de dispersion des ondes lumineuses.</li> <li>■ Montrer qu'une lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations monochromatiques.</li> <li>■ Distinguer un milieu dispersif d'un milieu non dispersif.</li> </ul>	<p>Observer la diffraction d'une onde progressive rectiligne à la surface de la nappe d'eau d'une cuve à ondes, à travers une fente droite de largeur réglable et fixée à 1,3 cm par exemple et celle de la lumière émise par une source laser à travers une fente droite de largeur réglable et fixée à 0,2 mm par exemple ; faire varier dans chaque cas la largeur de la fente et suivre l'évolution de la netteté du phénomène de diffraction.</p>	<p><b>II- Nature ondulatoire de la lumière</b>  <b>II-1. Diffraction mécanique et lumineuse.</b>  <b>II-2. Dispersion de la lumière.</b></p>	2 - 2,5 h

## Commentaires

On introduira la notion d'onde par la réalisation d'expériences permettant de générer un ébranlement dans un milieu élastique unidimensionnel (corde élastique et ressort) et bidimensionnel (surface libre d'un liquide) et on définira l'onde comme étant le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu donné.

Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans un milieu donné permettront de vérifier que la valeur de cette célérité est indépendante de la forme de l'onde et de son amplitude tant que celle-ci est faible. Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans des milieux de natures différentes (masses volumique, surfacique et linéique différentes ; atomicités différentes de gaz...) ou dans des états différents (tension ou torsion différentes ; températures différentes...) conduiront à montrer que la célérité  $v$  dépend des propriétés du milieu de propagation. Cependant, aucune expression de célérité en fonction de ces propriétés n'est au programme.

On insistera sur le fait qu'au cours de la propagation d'une onde mécanique sinusoïdale, les points du milieu de propagation effectuent chacun un mouvement sur place autour de sa position de repos alors que l'énergie est transmise d'un point à un autre pour affecter tout le milieu de propagation.

On utilisera la corde élastique pour montrer la double périodicité d'une onde progressive transversale.

Le développement théorique et la représentation de l'aspect, à un instant donné, du milieu de propagation d'une onde progressive sera limité au cas de l'onde transversale (le long d'une corde élastique et à la surface libre d'un liquide).

\* \* \*

La réalisation d'une expérience de diffraction d'une onde mécanique bidimensionnelle et d'une expérience de diffraction de la lumière conduira à déduire le caractère ondulatoire de la lumière.

Pour l'effet du quotient  $\frac{\lambda}{a}$  sur le phénomène de diffraction, on se limitera à une étude expérimentale qualitative.

\* \* \*

On rappellera la dispersion de la lumière blanche par un prisme et on conclura que cette dernière est constituée de plusieurs radiations monochromatiques, chacune est caractérisée par sa fréquence  $\nu$ .

La différence de déviations subies par deux radiations de couleurs différentes tombant sous une même incidence sur une surface de séparation de deux milieux transparents donnés permettra de montrer que l'indice de réfraction d'un matériau réfringent dépend de la couleur de la radiation qui le traverse.

## PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE (10 – 12 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Décrire une expérience montrant que l'énergie de l'atome est quantifiée.</li> <li>■ Calculer l'énergie de l'atome d'hydrogène en joules et en électrons-volts.</li> <li>■ Distinguer un spectre d'émission d'un spectre d'absorption.</li> <li>■ Appliquer la relation <math>\Delta E = h \cdot \nu</math></li> <li>■ Identifier un élément chimique à partir de son spectre d'émission ou d'absorption.</li> <li>■ Utiliser le spectre de la lumière émise par une étoile pour reconnaître certains de ses constituants.</li> <li>■ Ecrire le symbole d'un noyau atomique connaissant sa composition et inversement.</li> <li>■ Evaluer, en joules et en MeV, l'énergie mise en jeu au cours d'une transformation nucléaire.</li> <li>■ Evaluer en <math>u</math> et en <math>\text{MeV} \cdot c^{-2}</math>, le défaut de masse résultant de la formation d'un noyau.</li> <li>■ Calculer l'énergie de liaison d'un noyau et son énergie de liaison par nucléon.</li> <li>■ Comparer la stabilité de deux ou de plusieurs noyaux, connaissant les valeurs de leurs énergies de liaison par nucléon.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser l'expérience de dispersion de la lumière émise par une lampe spectrale (lampe à vapeur de mercure par exemple) par un prisme.</li> <li>► Observer un spectre de raies (<b>H</b>, <b>Na</b>, <b>Hg</b> et <b>He</b>), l'analyser et l'interpréter.</li> <li>► Comparer la masse totale des noyaux produits lors d'une transformation avec la somme des masses des noyaux de départ.</li> <li>► Analyser la courbe d'Aston représentant l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse.</li> </ul>	<p><b>I. Spectre atomique et quantification des échanges d'énergie</b></p> <p><b>I-1. Quantification de l'énergie d'un atome</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantification des échanges d'énergie à l'échelle des atomes.</li> <li>- Niveaux d'énergie d'un atome.</li> </ul> <p><b>I-2. Spectre atomique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum d'énergie : le photon.</li> <li>- Etat fondamental et états excités d'un atome.</li> <li>- Spectres d'absorption et d'émission d'un atome.</li> </ul> <p><b>II. Noyau atomique</b></p> <p><b>II-1. Equivalence masse-énergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relation d'Einstein <math>E = mc^2</math>.</li> <li>- Défaut de masse.</li> </ul> <p><b>II-2. Stabilité du noyau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energie de liaison.</li> <li>- Energie de liaison par nucléon.</li> </ul>	<p>3 – 4 h</p> <p>2 h</p>

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Justifier l'émission de rayonnements radioactifs.</li> <li>■ Ecrire les équations des réactions nucléaires spontanées.</li> <li>■ Appliquer la loi de désintégration pour des durées multiples de la période d'un radioélément.</li> <li>■ Calculer l'activité d'un échantillon radioactif.</li> <li>■ Distinguer les réactions nucléaires spontanées des réactions nucléaires provoquées.</li> <li>■ Distinguer la fission de la fusion nucléaire.</li> <li>■ Ecrire les équations des réactions nucléaires provoquées.</li> <li>■ Justifier la variation d'énergie accompagnant la fission et la fusion nucléaires.</li> <li>■ Evaluer l'énergie libérée au cours des réactions nucléaires de fission et de fusion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de datation des éruptions volcaniques ainsi que des momies pharaoniques?</li> <li>► En quoi diffère la centrale d'électricité thermonucléaire de la centrale thermique classique ?</li> <li>► Qu'est-ce qu'un réacteur nucléaire ?</li> <li>► En quoi consistait l'accident survenu le 26 avril 1986 dans la centrale thermonucléaire de la ville de Tchernobyl en Ukraine ? En quoi consiste la gravité de cet accident et quelles sont ses conséquences néfastes pour le considérer jusqu'à maintenant comme étant la plus grande catastrophe du nucléaire civil ?</li> <li>► Quelle est l'origine de l'énergie solaire ?</li> </ul>	<p><b>III. Réactions nucléaires</b></p> <p><b>III-1. Réactions nucléaires spontanées : Radioactivité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radioactivité naturelle et radioactivité artificielle : les différents rayonnements.</li> <li>- Loi de désintégration radioactive.</li> <li>- Période ou demi-vie d'un radioélément.</li> <li>- Activité d'un échantillon radioactif et effet biologique.</li> <li>- Application: datation par le carbone 14 .</li> </ul> <p><b>III-2. Réactions nucléaires provoquées</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fission.</li> <li>- Fusion.</li> </ul> <p><u>Applications</u> : énergie nucléaire ; énergie du Soleil.</p>	5 – 6 h

## Commentaires

Pour mettre en évidence la quantification des échanges d'énergie à l'échelle d'un atome, on s'appuiera sur la description d'une expérience d'interaction électron-matière. Cette quantification servira à justifier la caractérisation d'un atome par des niveaux d'énergie, propriété introduite en chimie depuis la deuxième année secondaire.

En d'autres termes, l'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs bien déterminées. On dit qu'elle est quantifiée, ce qui se traduit pour l'atome d'hydrogène par :  $E_n = -\left(\frac{E_0}{n^2}\right)$  où  $n$  est un entier naturel non nul et  $E_0 = 13,6$  eV. Toute expression d'énergie, autre que celle de l'atome d'hydrogène, est hors programme.

Pour interpréter un spectre de raies, on admettra qu'une radiation lumineuse de longueur d'onde  $\lambda$  est constituée d'un flux de particules appelées photons. Ces photons, sans masse, ont la même énergie  $W$  appelée quantum d'énergie.

$$W = h \cdot \nu = \frac{hc}{\lambda}, \text{ où } h \text{ est la constante de Planck.}$$

En absorbant un quantum d'énergie  $h \cdot \nu$  de valeur adéquate, un électron de l'atome passe de l'état fondamental de niveau d'énergie  $E_n$  à un autre niveau d'énergie supérieure  $E_p$  ; on dira que l'atome passe de l'état initial à un état excité. Ce dernier étant non stable, l'électron retourne à un niveau inférieur d'énergie  $E_q$  avec émission d'un

rayonnement d'énergie  $W' = h \cdot \nu'$ , avec  $W' = E_p - E_q$  telle que  $n \leq q < p$  et  $\nu' \leq \nu$

Avec leur comparaison, on dira que le spectre d'émission ou d'absorption d'un atome est équivalent à sa carte d'identité.

Le spectre atomique d'émission ou d'absorption donne des informations sur la nature de l'atome, son état dynamique, son abondance, son environnement...

Comme application, on notera que l'observation des spectres recueillis à partir des objets célestes montre que les étoiles, les galaxies et le milieu interstellaire contiennent essentiellement divers éléments et composés chimiques connus sur Terre : H, He, C, N, O, molécules organiques.

\* \* \*

On abordera l'étude du noyau atomique par des rappels succincts sur sa constitution et sa cohésion due aux forces nucléaires (interaction forte). On le représentera par  ${}^A_ZX$ .


Un bref aperçu historique permettra de situer le phénomène de radioactivité. On précisera le caractère de chaque rayonnement.

On fera remarquer qu'au cours d'une réaction nucléaire, le nombre de nucléons et les charges électriques se conservent.

La non conservation de la masse lors d'une réaction nucléaire se traduit par l'énergie libérée.

## B. CHIMIE (32 – 38 heures)

### CINETIQUE CHIMIQUE (5,5 – 7 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer la vitesse moyenne.</li> <li>■ Déterminer graphiquement la vitesse instantanée d'une réaction chimique.</li> <li>■ Distinguer la différence entre catalyseur et réactif.</li> <li>■ Distinguer entre catalyse homogène et catalyse hétérogène.</li> <li>■ Reconnaître les principaux facteurs cinétiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Suivre l'évolution temporelle de la réaction des ions peroxodisulfate <math>S_2O_8^{2-}</math> (ou l'eau oxygénée <math>H_2O_2</math>) avec les ions iodure <math>I^-</math>, tracer le graphe de l'évolution de l'avancement <math>x = f(t)</math> </li> <li>▶ Une réaction chimique est elle toujours rapide ?</li> <li>▶ Quel est le rôle de la levure dans la préparation du pain ?</li> <li>▶ Pourquoi conserver des aliments dans un réfrigérateur ?</li> <li>▶ Pourquoi le lait caille plus vite quand on lui ajoute quelques gouttes de citron ?</li> <li>▶ Réaliser la dismutation de l'eau oxygénée en présence d'ions <math>Fe(III)</math> à différentes concentrations. Observer l'intensité du dégagement gazeux.</li> <li>▶ La première étape de la formation d'un fromage consiste à faire cailler le lait. La réaction est catalysée par une enzyme : la chymosine. Quel est le rôle de l'enzyme dans la réaction ?</li> <li>▶ Réaliser la dismutation de l'eau oxygénée en utilisant une catalyse enzymatique. Observer et comparer l'intensité du dégagement gazeux.</li> </ul>	<p><b>I- Transformation lente - transformation rapide.</b></p> <p><b>II- Evolution d'un système chimique au cours d'une réaction chimique</b>  <b>II-1. Evolution de l'avancement d'une réaction.</b>  <b>II-2. Vitesse d'une réaction chimique.</b>  <b>II-2-1. Vitesse moyenne.</b>  <b>II-2-2. Vitesse instantanée.</b></p> <p><b>III. Principaux facteurs cinétiques</b>  <b>III-1. Concentration,</b>  <b>III-2. Température,</b>  <b>III-3. Catalyse :</b>  <b>1.Définition d'un catalyseur</b>  <b>2.Catalyse homogène et catalyse hétérogène</b></p> <p><u>Applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- importance économique de la catalyse.</li> <li>- catalyse enzymatique.</li> </ul>	5,5 – 7 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)



### Commentaires

L'étude expérimentale quantitative de la réaction des ions peroxodisulfate  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  (ou de l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) avec les ions iodure  $\text{I}^-$ , permettra d'introduire les notions de vitesse moyenne  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  et de vitesse instantanée  $\frac{dx}{dt}$  d'une réaction chimique (x étant l'avancement de la réaction).

A volume constant, il sera commode d'utiliser la vitesse volumique de la réaction que l'on définira par  $\frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ .

On signalera brièvement quelques caractéristiques de la catalyse (quantité utilisée du catalyseur, spécificité d'un catalyseur, la sélectivité des catalyseurs).

## EQUILIBRES CHIMIQUES (5,5 – 6,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un système en état d'équilibre chimique.</li> <li>■ Reconnaître qu'un équilibre chimique est un équilibre dynamique</li> <li>■ Interpréter à l'échelle microscopique un équilibre chimique.</li> <li>■ Appliquer la loi d'action de masse.</li> <li>■ Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique vers un état d'équilibre.</li> <li>■ Appliquer la loi de modération pour prévoir le sens d'évolution d'un système chimique d'un état d'équilibre à un autre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Par comparaison des taux d'avancement final de la réaction des ions peroxodisulfate <math>\text{S}_2\text{O}_8^{2-}</math> avec les ions iodure <math>\text{I}^-</math> et de la réaction de dissociation de l'acide éthanóïque dans l'eau à l'unité, on introduira la notion d'équilibre chimique.</li> <li>▶ Faire une étude expérimentale quantitative de la réaction de l'éthanol avec l'acide éthanóïque et suivre l'évolution de son avancement <math>x</math> au cours du temps. Dresser le tableau descriptif, calculer les valeurs de la fonction des concentrations <math>\pi</math> aux divers instants considérés et en déduire comment cette fonction évolue.</li> <li>▶ La fonction des concentrations <math>\Pi</math> à l'équilibre est-elle invariante ?</li> <li>▶ Peut-on déplacer un équilibre chimique ?</li> <li>▶ Etudier expérimentalement l'influence des concentrations et celle de la température sur l'équilibre : <math>\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}</math></li> <li>▶ Etudier expérimentalement et qualitativement l'influence de la température et celle de la pression sur l'équilibre : <math>\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2</math></li> </ul>	<p><b>I. Notion d'équilibre chimique :</b>  <b>I-1. Définition d'un état d'équilibre chimique.</b>  <b>I-2. Interprétation microscopique de l'équilibre chimique.</b></p> <p><b>II. Loi d'action de masse</b>  <b>II-1. La fonction des concentrations <math>\Pi</math></b>  <b>II-2. Enoncé de la loi d'action de masse: Constante d'équilibre.</b></p> <p><b>III. Conditions d'évolution spontanée</b></p> <p><b>IV. Loi de modération</b></p>	5,5– 6,5 h

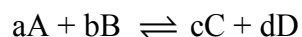
## Commentaires

L'étude expérimentale de la réaction d'estérification ou de l'hydrolyse permettra de dégager la loi d'action de masse.

On énoncera la loi d'action de masse comme suit :

A une température donnée, un système chimique est en équilibre lorsque sa composition devient invariante et telle que la fonction des concentrations  $\Pi$  est égale à une constante  $K$  indépendante de sa composition initiale, appelée constante d'équilibre.

En phase liquide, pour toute transformation aboutissant, à une température donnée, à un équilibre du type :



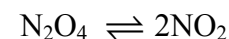
la loi d'action de masse s'écrit  $K = \frac{[C]_{\text{éq}}^c \cdot [D]_{\text{éq}}^d}{[A]_{\text{éq}}^a \cdot [B]_{\text{éq}}^b}$ .

La constante d'équilibre est exprimée sans unité.

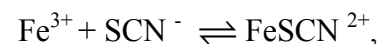
On n'envisagera, à ce niveau, que des systèmes chimiques où tous les constituants sont dans une même phase liquide.

Pour mettre en évidence les effets de la concentration, de la température et de la pression sur l'évolution d'un système chimique d'un état d'équilibre à un autre, on choisira ceux jugés les mieux adaptés parmi les exemples suivants:

- la réaction d'estérification,
- les réactions de précipitation et de dissolution,
- la réaction de dissociation du peroxyde d'azote :






- la réaction de l'ion Fer III avec l'ion thiocyanate :



$FeSCN^{2+}$  étant l'ion thiocyanato Fer III

## REACTIONS ACIDES-BASES (10 – 11,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi d'action de masse à l'équilibre ionique de l'eau et aux réactions acide-base d'une manière générale.</li> <li>■ Classer les acides et les bases en fonction de leur constante d'acidité <math>K_a</math> ou de basicité <math>K_b</math>.</li> <li>■ Etablir pour un couple acide-base la relation :  <math display="block">K_a \cdot K_b = K_e</math></li> <li>■ Utiliser le couple de référence <math>H_3O^+ / H_2O</math> pour comparer les forces des couples acide-base entre eux.</li> <li>■ Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte en fonction de sa concentration initiale.</li> <li>■ Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide faible ou de base faible en fonction de sa concentration initiale et de la constante d'acidité.</li> <li>■ Appliquer l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide ou de base au calcul de concentrations initiales.</li> <li>■ Réaliser les expériences de dosage acide-base.</li> <li>■ Déterminer à l'aide des courbes d'évolution du pH relatives aux dosages acide-base : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la force de l'acide ou de la base ;</li> <li>- la concentration initiale de la solution aqueuse acide ou basique utilisée ;</li> <li>- le point d'équivalence et éventuellement celui de demi-équivalence.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Vérifier expérimentalement que le pH d'une solution d'acide (ou de base) dépend de la concentration de la solution.</li> <li>► Deux solutions aqueuses d'acide chlorhydrique et d'acide éthanoïque de même concentration <math>C</math> ont-elles le même pH ?</li> <li>► Mesurer les pH de deux solutions aqueuses d'acides (ou de bases) de même concentration initiale et comparer les forces des deux acides (ou bases).</li> <li>► Suivre l'évolution du pH au cours des dosages acide-base : <ul style="list-style-type: none"> <li>- acide fort – base forte, </li> <li>- acide faible – base forte, </li> <li>- base faible – acide fort. </li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I. Equilibre acide-base</b></p> <p><b>II. Classification des acides et des bases</b></p> <p><b>II-1. Acide fort, acide faible, base forte et base faible.</b></p> <p><b>II-2. Choix d'un couple de référence.</b></p> <p><b>III. pH des solutions aqueuses</b></p> <p><b>IV. Réaction d'un acide avec une base</b></p> <p><b>IV-1. Evolution du pH au cours des réactions acide-base.</b></p> <p><b>IV-2. Application au dosage acido-basique.</b></p>	<p>5 – 6 h</p> <p>5 - 5,5 h</p>

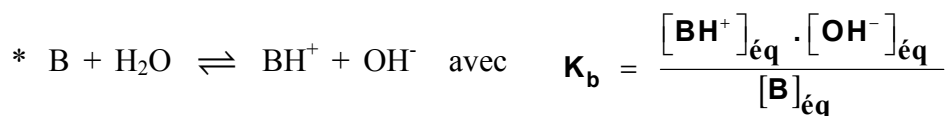
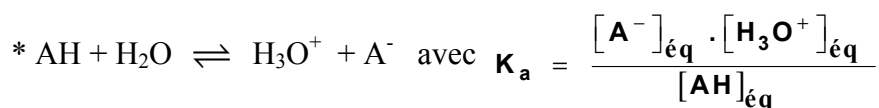
## Commentaires

On rappellera que la dissociation de l'eau est une réaction limitée. L'application de la loi d'action de masse permettra de retrouver l'expression du produit ionique de l'eau  $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ .

Pour la réaction acide-base :  $\text{A}_1 + \text{B}_2 \rightleftharpoons \text{A}_2 + \text{B}_1$ , la comparaison de la valeur de la fonction des concentrations  $\Pi$  à la valeur de la constante d'équilibre  $K$  permettra de prévoir le sens d'évolution du système.

Il conviendra qu'une réaction est considérée totale lorsque sa constante d'équilibre  $K$  est supérieure à  $10^4$ .

La valeur de chacune des constantes d'équilibre caractérisant :



permet de classer les acides (ou les bases).

On montrera que pour un même couple acide-base :  $K_a \cdot K_b = K_e$

Pour des raisons de commodité de calcul, on utilise le  $\text{p}K_a$  qui sera défini comme étant :  $\text{p}K_a = -\log K_a$ .

Pour pouvoir comparer tous les couples acide-base entre eux, il est commode de les comparer aux couples  $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$  et  $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$  pris comme couples de référence.

On établira l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte en fonction de sa concentration initiale quand on pourra négliger les ions dus à l'ionisation propre de l'eau.

On établira l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide faible ou de base faible en fonction de sa concentration  $C$  et du  $\text{p}K_a$  quand on pourra faire les approximations suivantes :

- négliger les ions dus à l'ionisation propre de l'eau devant les ions provenant de l'acide ou de la base ;
- $[\text{A}^-] \ll [\text{AH}]$ , soit  $[\text{AH}] = C$  pour un acide faiblement dissocié en solution aqueuse diluée.
- $[\text{BH}^+] \ll [\text{B}]$ , soit  $[\text{B}] = C$  pour une base faiblement dissociée en solution aqueuse diluée.

Il n'y a pas lieu de faire l'étude systématique des sels. Toutefois, on peut appliquer les résultats obtenus dans le cas des acides faibles ou des bases faibles respectivement pour un ion à caractère acide ou un ion à caractère basique, obtenus par dissolution d'un sel dans l'eau.

\* \* \*

On réservera une séance de travaux pratiques pour l'étude de l'évolution du pH au cours de la réaction d'une solution aqueuse d'acide fort avec une solution aqueuse de base forte et une séance pour les deux cas : solution d'acide fort-solution de base faible et solution d'acide faible-solution de base forte.

L'interprétation des courbes d'évolution du pH au cours des réactions acide – base sera faite sans recours au calcul des concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

La forme des courbes (acide fort -base faible ; acide faible -base forte) permet d'introduire l'existence de solutions tampons (solutions dont le pH est voisin du  $\text{p}K_a$ ). Cependant, celles - ci ne doivent pas faire l'objet d'application numérique.

L'étude de la préparation d'une solution tampon à partir d'une solution contenant un acide faible et un sel de sa base conjuguée ou d'une solution contenant une base faible et un sel de son acide conjugué est hors programme.

Le dosage d'un acide faible par une base faible est hors programme.

On introduira un indicateur coloré comme étant une substance qui prend une couleur donnée selon le pH de la solution dans laquelle elle est introduite.

On donnera des exemples de zones de virage de quelques indicateurs colorés et on signalera que chaque indicateur coloré prend dans sa zone de virage une teinte particulière dite teinte sensible.

Tout développement théorique portant sur la zone de virage est hors programme. Pour un dosage acido-basique donné, la valeur du pH au point d'équivalence permettra de justifier le choix de l'indicateur coloré.

## CHIMIE ORGANIQUE (5 – 6 heures)


Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître et nommer un amide</li> <li>■ Décrire un mode de synthèse d'un ester, d'un amide et d'un anhydride d'acide à partir d'un autre dérivé d'acide carboxylique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Qu'est ce que le nylon ?</li> <li>► Dans un tube à essais prolongé par un tube capillaire tenant lieu de réfrigérant à air, introduire de l'acétate d'ammonium (ou de l'acide éthanoïque et de l'ammoniac) et porter ce tube dans la flamme éclairante d'un bec bunsen. Au bout d'un temps plus ou moins long, des gouttelettes de liquide se condensent dans le haut du tube et un solide blanc de formule brute <math>C_2H_5ON</math> reste au fond.</li> <li>► Quels groupes fonctionnels renferme la pénicilline ?</li> <li>► Quelle est la fonction caractéristique de l'urée ?</li> <li>► Dans un erlenmeyer disposé sous hotte et contenant du butan-1-ol, verser un peu de chlorure d'acide éthanoïque. Mettre en évidence expérimentalement le dégagement du chlorure d'hydrogène et caractériser par son odeur agréable le liquide contenu dans l'erlenmeyer.</li> </ul>	<p><b>I- L'amide, autre dérivé d'acide carboxylique</b> Structure et nomenclature des amides.</p> <p><b>II- Passages entre les dérivés des acides carboxyliques</b></p> <p><b>II-1- à partir des chlorures d'acyle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obtention d'esters.</li> <li>- obtention d'amides.</li> <li>- obtention d'anhydrides.</li> </ul> <p><b>II-2- à partir des anhydrides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- passage aux esters.</li> <li>- passage aux amides.</li> </ul> <p><u>Application :</u> importance industrielle des dérivés des acides carboxyliques.</p>	5 – 6 h

### Commentaire:

On se limitera à des dérivées d'acides carboxylique à structure aliphatique.

Pour les amides, on se limitera à des exemples simples.

## PILES ELECTROCHIMIQUES (6 – 7 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement de la pile Daniell.</li> <li>■ Déduire à partir du sens du courant, le sens de la réaction spontanée qui se produit dans la pile.</li> <li>■ Déterminer le sens de la transformation spontanée mettant en jeu deux couples rédox.</li> <li>■ Généraliser le principe de la pile Daniell à d'autres piles du même type.</li> <li>■ Appliquer l'expression de la f.e.m. <math>E</math> d'une pile de type Daniell sur d'autres piles du même type.</li> <li>■ Faire un classement de quelques couples rédox selon le potentiel normal d'électrode.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser la pile Daniell ainsi que d'autres de même type, identifier leur polarité, mesurer la f.e.m <math>E</math>, suivre ce qui se passe au niveau des électrodes.</li> <li>► Suivre expérimentalement l'évolution de la f.e.m <math>E</math> de la pile Daniell en fonction des concentrations des deux solutions. </li> <li>► Les métaux et les solutions ioniques sont des bons conducteurs électriques. Comment peut-on les associer pour fabriquer une pile ?</li> <li>► Introduire deux lames de métaux différents dans un citron (ou orange) et vérifier l'existence d'une tension entre les deux lames.</li> <li>► Introduire deux lames, l'une en zinc et l'autre en cuivre, dans une solution de sulfate de cuivre et vérifier l'existence d'une tension entre les deux lames.</li> </ul>	<p><b>I. Etude de la pile Daniell</b></p> <p><b>II. Généralisation : piles de type Daniell</b></p> <p><b>III. Influence des concentrations sur la f.e.m. des piles du type Daniell</b></p> <p><b>IV. Choix d'une référence</b>  <b>IV-1. La demi-pile normale à hydrogène.</b>  <b>IV-2. Le potentiel normal rédox.</b>  <b>IV-3. Classification électrochimique des couples rédox.</b></p>	6 -7 h

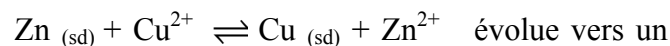


## Commentaires

L'étude de la pile Daniell permettra de dégager les notions suivantes : la polarité, la f.e.m, les réactions aux électrodes, les demi-piles et le sens du courant électrique.

On reliera le sens de circulation des électrons (dans le circuit extérieur) au sens de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

On indiquera que la réaction:



équilibre dynamique.

A une température donnée, le rapport  $\frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$  appelé fonction usuelle

des concentrations prend, à l'équilibre dynamique, une valeur constante

$$K = \frac{[\text{Zn}^{2+}]_{\text{éq}}}{[\text{Cu}^{2+}]_{\text{éq}}} \text{ appelée constante usuelle d'équilibre.}$$

A la température  $\theta = 25^\circ\text{C}$ , la force électromotrice de la pile Daniell a pour expression :

$$E = E^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} \text{ Avec } E^0 : \text{ la f.e.m. normale de la pile,}$$

exprimée en volt.

On reliera le sens de la réaction spontanée au signe de  $E$ .

On signalera qu'à l'équilibre dynamique, la pile ne débite plus ( $E=0$ ), ce qui donne  $E^0 = 0,03 \log K$ .

Pour les piles de type Daniell mettant en jeu les couples ( $M^{n+}/M$ ) et ( $M'^{m+}/M'$ ), on se limitera aux cas où  $m = n$ .

On dira que la f.e.m d'une pile analogue à la pile Daniell, siège de la réaction :  $\text{Ox}_1 + \text{Red}_2 \rightleftharpoons \text{Ox}_2 + \text{Red}_1$ , est fonction des concentrations et de la température.

$$\text{A la température ambiante } \theta = 25^\circ\text{C} : E = E^0 - \frac{0,06}{n} \log \frac{[\text{Ox}_2]}{[\text{Ox}_1]}.$$

Cette expression est valable dans le cas où les couples redox  $\text{Ox}_1/\text{Red}_1$  et  $\text{Ox}_2/\text{Red}_2$ , mettent en jeu le même nombre d'électrons et les formes  $\text{Red}_1$  et  $\text{Red}_2$  sont des solides.

On signalera que lorsque le courant s'annule, c'est-à-dire lorsque  $E=0$ , on est à l'équilibre dynamique, ce qui donne  $E^0 = \frac{0,06}{n} \log K$ .

On fera remarquer que la connaissance de  $E^0$  (ou de  $K$ ) permet de comparer les forces de deux couples redox et de classer les différents couples redox.

En tenant compte des concentrations, cette classification permet de prévoir si une réaction d'oxydoréduction est possible spontanément.



Toutefois, certaines réactions d'oxydoréduction spontanément possibles sont très lentes pour être observées.


# **Section**





# **Sciences Techniques**




# A. PHYSIQUE (44 – 51 heures)



## EVOLUTION DE SYSTEMES (31 – 36 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de tracer la courbe d'évolution de la charge électrique d'un condensateur au cours du temps.</li> <li>■ Déterminer à l'aide de la courbe de charge d'un condensateur, la valeur de la capacité <math>C</math>.</li> <li>■ Reconnaître que l'intensité <math>i</math> du courant est une grandeur algébrique.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit la charge instantanée <math>q(t)</math> d'un condensateur, la tension <math>u_C(t)</math> à ses bornes et l'intensité <math>i(t)</math> du courant qui parcourt le circuit de charge durant le régime transitoire.</li> <li>■ Déterminer graphiquement; à partir de la courbe de réponse <math>u_C(t)</math> ou <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un condensateur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de fonctionnement du flash d'un appareil photo ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence la charge et la décharge d'un condensateur.</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de charger un condensateur par un générateur de courant et de suivre l'évolution de la charge au cours du temps. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant d'étudier la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension</li> <li>► Le courant électrique circule-t-il toujours dans le même sens dans une portion de circuit ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_C(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à une tension en créneau. </li> </ul>	<p><b>I. Evolution de systèmes électriques</b>  <b>I -1. Le condensateur, le dipôle RC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description sommaire d'un condensateur</li> <li>- Charge électrique et capacité d'un condensateur</li> <li>- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = R.C</math></li> <li>- Energie emmagasinée dans un condensateur</li> </ul>	5,5 – 6,5 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les **TIC** (Technologies de l'information et de la communication)

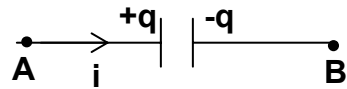
Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'induction électromagnétique.</li> <li>■ Appliquer la loi de Lenz.</li> <li>■ Reconnaître les facteurs dont dépend la f.e.m. d'auto-induction.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de <math>i</math> en fonction du temps dans un dipôle RL soumis à un échelon de tension.</li> <li>■ Déterminer graphiquement, à partir des courbes de réponse <math>u_L(t)</math> ou <math>i(t)</math>, d'un dipôle RL soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un solénoïde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi les transformateurs ne peuvent pas être utilisés en courant continu ?</li> <li>► Comment fonctionnent les ralentisseurs électromagnétiques des véhicules poids lourd ?</li> <li>► Fermer une bobine (solénoïde par exemple) sur un galvanomètre balistique, approcher ou éloigner un aimant droit de la bobine et observer les indications du galvanomètre. </li> <li>► Effectuer une expérience permettant de dégager la loi de Lenz. </li> <li>► Monter en série un résistor de résistance <math>R</math> avec une bobine de résistance négligeable devant <math>R</math>, alimenter l'ensemble avec une tension triangulaire, visualiser à l'oscilloscope les courbes représentant la tension <math>u_L(t)</math> aux bornes de la bobine ainsi que <math>u_R(t)</math> aux bornes du résistor et en déduire que <math>u_L(t)</math> est proportionnelle à <math>\frac{di}{dt}</math>. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_L(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RL soumis à une tension en créneau. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence l'énergie emmagasinée par une bobine.</li> </ul>	<p><b>I-2. La bobine, le dipôle RL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Induction électromagnétique <ul style="list-style-type: none"> <li>• Courant induit : Loi de Lenz.</li> <li>• Force électromotrice d'induction.</li> </ul> </li> <li>- Auto induction : Force électromotrice d'auto induction et inductance d'un solénoïde.</li> <li>- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>- Energie emmagasinée dans une bobine.</li> </ul>	6,5 - 7,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de suivre les oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Reconnaître le régime pseudopériodique et le régime apériodique.</li> <li>■ Reconnaître le facteur responsable de l'amortissement.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Interpréter la diminution de l'amplitude des oscillations libres amorties par le transfert d'énergie de l'oscillateur vers le milieu extérieur.</li> <li>■ Distinguer, en régime forcé, le résonateur de l'excitateur</li> <li>■ Visualiser simultanément à l'oscilloscope la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mesurer l'amplitude et la fréquence d'une grandeur oscillante sinusoïdale.</li> <li>■ Déterminer le déphasage entre la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de résonance d'intensité.</li> <li>■ Etablir en <math>q(t)</math> ou <math>i(t)</math>, l'équation différentielle des oscillations forcées en régime sinusoïdal.</li> <li>■ Etablir l'expression de l'intensité maximale <math>I_m</math> en fonction de la fréquence des excitations de l'oscillateur.</li> <li>■ Calculer la puissance moyenne absorbée par un oscillateur électrique.</li> <li>■ Expliquer l'importance du facteur de puissance dans les transformations de l'énergie électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► En quoi consiste la recherche manuelle ou automatique d'une chaîne radio ou d'un canal de télévision ?</li> <li>► Réaliser la décharge d'un condensateur de capacité <math>C</math> dans une bobine <math>(L, r)</math> en série avec un résistor de résistance <math>R_0</math>, visualiser et tracer la tension <math>u(t)</math> à ses bornes pour différentes valeurs de la résistance <math>R_0</math>. </li> <li>► Tracer les courbes représentant l'énergie totale d'un circuit RLC série en régime libre ainsi que les énergies <math>E_e = \frac{1}{2} C \cdot u^2</math> et <math>E_m = \frac{1}{2} L \cdot i^2</math> emmagasinées respectivement dans le condensateur et dans la bobine. </li> <li>► Alimenter un circuit RLC série par un générateur délivrant une tension <math>u(t)</math> de valeur maximale <math>U_m</math> fixe et de fréquence <math>N</math> réglable, visualiser simultanément les tensions <math>u(t)</math> et <math>u_R(t)</math>, suivre l'évolution de <math>I_m</math> et du déphasage <math>\Delta\phi</math> de <math>i(t)</math> par rapport à <math>u(t)</math> et tracer la courbe représentant <math>I_m = f(N)</math>. </li> </ul>	<p><b>I-3. Le circuit RLC série</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oscillations libres amorties : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Régime pseudopériodique et régime apériodique.</li> <li>• Equation différentielle.</li> <li>• L'énergie totale et sa non conservation.</li> </ul> </li> <li>- Cas particulier : l'oscillateur libre non amorti : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equation différentielle.</li> <li>• Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math>.</li> <li>• L'énergie totale et sa conservation.</li> </ul> </li> <li>- Oscillations forcées en régime sinusoïdal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Production.</li> <li>• Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations et résonance d'intensité.</li> <li>• Impédance électrique.</li> <li>• Puissance moyenne et facteur de puissance : pertes en ligne.</li> </ul> </li> </ul>	10–11,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un pendule élastique.</li> <li>■ Mesurer la période propre d'un pendule élastique.</li> <li>■ Calculer l'énergie totale d'un pendule élastique en régime libre non amorti.</li> <li>■ A l'aide d'un enregistrement graphique, reconnaître le régime d'oscillations libres (amorti ou bien non amorti) d'un pendule élastique.</li> <li>■ Expliquer la diminution d'amplitude des oscillations libres amorties d'un pendule élastique par la non conservation de son énergie totale.</li> <li>■ Mettre en évidence la résonance d'élongation d'un pendule élastique.</li> <li>■ Etablir l'expression de l'amplitude <math>X_m</math> des oscillations d'un pendule élastique en fonction de la fréquence <math>N</math> de l'excitateur.</li> <li>■ Utiliser l'analogie formelle pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- caractériser la résonance de charge dans un circuit RLC série ;</li> <li>- caractériser la résonance de vitesse ;</li> <li>- exprimer la puissance mécanique moyenne d'un oscillateur.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Faire osciller librement un pendule élastique et enregistrer graphiquement les premières oscillations. </li> <li>► Mesurer les valeurs de la période des oscillations libres d'un pendule élastique pour différentes valeurs de l'amplitude et les comparer.</li> <li>► Faire une série de mesures de la période propre <math>T_0</math> d'un pendule élastique pour différentes valeurs de la masse <math>m</math> du solide, puis tracer la courbe <math>T_0 = f(\sqrt{m})</math> ; faire de même pour différentes valeurs de la raideur <math>k</math> du ressort, puis tracer la courbe <math>T_0 = f\left(\sqrt{\frac{1}{K}}\right)</math> ; à l'aide des deux courbes tracées, trouver l'expression de <math>T_0</math>.</li> <li>► Enregistrer graphiquement les oscillations libres amorties d'un pendule élastique. </li> <li>► Dresser un tableau d'analogies formelles électriques-mécaniques.</li> <li>► Pourquoi ces formes particulières des instruments de musique comme le violon, le violoncelle, le contre basse...?</li> <li>► Pourquoi a-t-on interdit à un régiment de soldats de traverser un pont au pas cadencé ?</li> <li>► Imposer à un pendule élastique des excitations sinusoïdales de fréquence <math>N</math> réglable, suivre l'évolution de <math>X_m</math> en fonction de <math>N</math> et tracer la courbe de résonance pour trois amortissements différents (très faible, moyen, fort).</li> </ul>	<p><b>II. Evolution d'un système mécanique : cas du pendule élastique</b></p> <p><b>II-1. Oscillations libres non amorties</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en évidence</li> <li>- Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math></li> <li>- Equation différentielle</li> <li>- L'énergie totale et sa conservation</li> </ul> <p><b>II-2. Oscillations libres amorties</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régimes pseudopériodique et apériodique</li> <li>- L'énergie totale et sa non conservation</li> </ul> <p><b>II-3. Oscillations forcées en régime sinusoïdal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production</li> <li>- Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations et résonance d'élongation.</li> </ul>	9–10,5 h

## Commentaires

On exprimera l'intensité du courant circulant dans une portion de circuit comportant un condensateur sous la forme  $i = \frac{dq}{dt}$  en adoptant comme sens positif du courant celui dans lequel il circule vers l'armature portant la charge  $+q$ .



A partir de la courbe  $u_C = f(t)$ , obtenue en alimentant le condensateur par un générateur de courant, on introduira la capacité **C** d'un condensateur et on la définira comme étant une grandeur qui caractérise son aptitude à emmagasiner une charge électrique  $q$  lorsqu'il est soumis à une tension  $u_C$ .

On précisera que la capacité **C** d'un condensateur ne dépend que de ses caractéristiques géométriques et de la nature du diélectrique.

On donnera l'expression de la capacité d'un condensateur plan **C** =  $\epsilon \frac{S}{e}$ .

Toute association de condensateurs est hors programme.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie électrique emmagasinée par un condensateur et on fera remarquer que cette énergie est une énergie potentielle électrique dont on donnera, sans démonstration, l'expression  $E_e = \frac{1}{2} Cu^2$ .

On dégagera le caractère algébrique de l'intensité du courant à partir des courbes de réponse  $u_C = f(t)$  et  $i = h(t)$ .

On ne manquera pas de signaler l'intérêt pratique des condensateurs.

\*\*\*

On introduira le phénomène d'induction électromagnétique de manière qualitative par variation du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  (déplacement relatif bobine-aimant ; variation de l'intensité du courant électrique circulant dans une bobine).

La notion de flux est hors programme.

On introduira l'inductance **L** d'une bobine à l'aide de la courbe de variation de  $u_L(t)$  en fonction de  $\frac{di}{dt}$  et on montrera qu'elle dépend des caractéristiques géométriques du solénoïde. De l'expression de  $u_L(t)$ , on déduira celle de la f.e.m. d'auto-induction.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie magnétique emmagasinée par une bobine, et on donnera sans démonstration son expression  $E_m = \frac{1}{2} Li^2$ .

Comme applications, on ne manquera pas de signaler le principe de fonctionnement d'un alternateur et celui d'un transformateur.

\*\*\*

A propos de l'évolution dans le temps d'un circuit RLC série en régime libre, on se limitera à en faire une étude expérimentale : on l'entamera par une mise en évidence du régime pseudopériodique ; l'étude de l'influence de l'amortissement permettra de dégager le régime apériodique et de signaler qu'à la limite, si l'amortissement est suffisamment très faible pour pouvoir le supposer nul, on aura le régime périodique.

A l'aide d'un système d'acquisition numérique, par exemple, on montrera expérimentalement la non conservation de l'énergie totale  $E$  ( $E = \frac{1}{2} C.u^2 + \frac{1}{2} L.i^2$ ) d'un circuit RLC série en régime libre .

Par application de la loi des mailles, on montrera que les oscillations libres d'un circuit LC (circuit RLC série de résistance négligeable) sont sinusoïdales de fréquence  $N_0$  appelée fréquence propre de l'oscillateur.

\* \* \*

En régime forcé sinusoïdal, avec l'étude expérimentale qui devance l'étude théorique, on traitera l'influence de la fréquence  $N$  de la tension excitatrice  $u$  sur la réponse du résonateur (valeur maximale de l'intensité du courant oscillant ) pour différentes valeurs de la résistance totale  $R$  du circuit, on mettra en évidence la manifestation du phénomène de résonance à la fréquence  $N_r$  égale à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur et on ne manquera pas de signaler son importance dans la pratique. Par la suite, on établira les expressions de l'impédance  $Z$  du circuit RLC série et de l'intensité maximale  $I_m$  du courant électrique en fonction de la fréquence  $N$  ; on interprètera le phénomène de résonance et on montrera l'existence du phénomène de surtension qui sera caractérisé par le facteur de surtension  $Q = \frac{L\omega_0}{R}$  à la résonance et on signalera l'importance de ce dernier.

\* \* \*

Pour le pendule élastique, en supposant que les premières oscillations libres dans l'air sont pratiquement non amorties, on fera dégager expérimentalement qu'elles sont périodiques, que la période propre  $T_0$  est indépendante de l'amplitude des oscillations et que son expression est  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  dans laquelle  $k$  est la raideur du ressort et  $m$  est la masse du solide. Par la suite, dans le but de vérifier les résultats expérimentaux trouvés, on passera à une étude théorique des oscillations libres d'un pendule élastique **horizontal**. Dans ce cadre, et pour établir l'équation différentielle des oscillations libres du pendule, on appliquera la relation fondamentale de la dynamique.

Comme expression de l'énergie potentielle élastique, on donnera  $E_{pe} = \frac{1}{2} k\Delta\ell^2$ , où  $\Delta\ell$  est la déformation du ressort.

Connaissant la nature sinusoïdale du mouvement du solide, on montrera que l'énergie mécanique totale de l'oscillateur horizontal est constante et qu'elle est proportionnelle au carré de l'amplitude de la grandeur oscillante.

Comme celles du circuit RLC série, les oscillations libres amorties du pendule élastique seront étudiées qualitativement et on distinguera le régime apériodique du régime pseudopériodique. Toutefois, avec le calcul de la variation de l'énergie mécanique totale du système, on montrera que la diminution d'amplitude est due aux frottements supposés visqueux (frottements équivalents à une force  $\vec{f} = -h.\vec{v}$ , où  $h$  est le coefficient de frottement et  $\vec{v}$  la vitesse ).

On fera l'analogie formelle entre les oscillations électriques et les oscillations mécaniques.

\* \* \*



Une étude expérimentale quantitative du régime forcé sinusoïdal permettra de représenter l'amplitude des oscillations du pendule élastique en fonction de la fréquence  $N$  de l'excitateur, de dégager la manifestation de la résonance d'élongation à une fréquence  $N_r$  légèrement inférieur à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur.




\* \* \*

Tant en électricité qu'en mécanique, on établira en régime sinusoïdal forcé l'expression de l'amplitude des oscillations et on

déterminera la phase initiale de la grandeur oscillante en fonction de la fréquence  $N$  de l'excitateur par recours à la construction de Fresnel.

Toute étude systématique de la résonance de charge en électricité et de la résonance de vitesse ainsi que la puissance moyenne en mécanique est hors programme. Toutefois, on ne manquera pas d'exploiter l'analogie formelle électrique-mécanique pour signaler et caractériser la résonance de charge en électricité ainsi que la résonance de vitesse en mécanique et pour exprimer la puissance moyenne d'un pendule élastique en régime forcé.

## LES FILTRES (7,5 -8,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître le schéma d'un filtre.</li> <li>■ Distinguer entre l'entrée et la sortie d'un filtre.</li> <li>■ Réaliser un filtre (passe bas, passe haut, passe bande).</li> <li>■ Etablir l'expression de la fonction de transfert <math>T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}</math> d'un filtre.</li> <li>■ Calculer le gain d'un filtre.</li> <li>■ Tracer la courbe de réponse <math>U_{Sm}=f(N)</math> [ou <math>G=f(N)</math>] d'un filtre.</li> <li>■ Déterminer la (ou les) fréquence(s) de coupure et la largeur de la bande passante d'un filtre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Alimenter un dipôle RC avec un générateur BF délivrant une tension sinusoïdale <math>u</math> d'amplitude fixe et de fréquence <math>N</math> réglable, relever l'amplitude <math>U_{Sm}</math> de la tension de sortie <math>u_s</math> aux bornes du condensateur, tracer la courbe représentant <math>G</math> en fonction de <math>N</math>. </li> <li>▶ Réaliser un filtre passe bas actif à l'aide d'un amplificateur opérationnel, d'un condensateur et de résistors, alimenter le filtre avec un générateur BF de fréquence <math>N</math> réglable, relever l'amplitude <math>U_{Sm}</math> de la tension de sortie <math>u_s</math> pour différentes valeurs de <math>N</math>, calculer les valeurs correspondantes du gain <math>G</math>, tracer la courbe de réponse <math>G = f(N)</math>.</li> <li>▶ Réaliser un filtre passe haut avec le condensateur et le résistor utilisés précédemment, alimenter le filtre avec un générateur BF de fréquence <math>N</math> réglable, relever l'amplitude <math>U_{Sm}</math> de la tension de sortie <math>u_s</math> aux bornes du résistor pour différentes valeurs de <math>N</math>, tracer la courbe de réponse <math>U_{Sm} = f(N)</math>. </li> <li>▶ Recourir au tableau des mesures dressé lors de l'activité réalisée sur la résonance d'intensité d'un circuit RLC série pour calculer les tensions maximales <math>U_{Rm}</math> (la valeur de <math>R_0</math> étant donnée) aux bornes du résistor correspondant aux intensités maximales <math>I_m</math> relevées en fonction de la fréquence <math>N</math>, tracer la courbe de réponse <math>U_{Rm}=f(N)</math> du filtre ; ou exploiter directement la courbe de résonance d'intensité pour déterminer la largeur de la bande passante (du fait que <math>U_{Rm}=R_0I_m</math>). </li> </ul>	<p><b>Les filtres électriques :</b></p> <p><b>1. Définitions :</b> filtrage de signaux électriques et filtre</p> <p><b>2. Fonction de transfert et gain d'un filtre</b></p> <p><b>3. Bande passante et fréquence de coupure</b></p> <p><b>4. Filtres passe bas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtre passe bas passif</li> <li>- Filtre passe bas actif</li> </ul> <p><b>5. Filtre passe haut : circuit CR</b></p> <p><b>6. Filtre passe bande : circuit RLC série</b></p>	7,5 – 8,5h

## Commentaire

La fonction de transfert (ou transmittance) d'un filtre sera introduite comme étant la grandeur réelle  $T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}$ , où  $U_{Sm}$  et  $U_{Em}$  sont

les valeurs maximales respectivement de la tension de sortie  $u_s$  et de la tension d'entrée  $u_E$  du filtre


L'étude de deux exemples de filtres passe bas réalisés respectivement avec des dipôles passifs (R, C) et avec un circuit intégré (amplificateur opérationnel) permettra de classer les filtres en filtres

passifs et filtres actifs. Pour le filtre passe haut, on se limitera au cas du filtre passif CR ; pour le filtre passe bande, on se limitera à celui réalisé avec un circuit RLC série.

Pour l'étude du filtre passe bande, on se limitera à une étude purement expérimentale en déterminant graphiquement la bande passante à partir du graphe  $G = f(N)$ .

A l'exception du filtre passe bande, toute détermination expérimentale d'une fréquence de coupure sera suivie d'une confrontation avec sa valeur théorique.

## ONDES MECANIQUES (5,5 – 6.5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer entre une onde transversale et une onde longitudinale.</li> <li>■ Reconnaître que la propagation d'une onde est due à une propagation d'énergie sans transport de matière.</li> <li>■ Réaliser une expérience illustrant la propagation d'une onde sinusoïdale dans un milieu homogène et isotrope.</li> <li>■ Identifier, dans un milieu de propagation donné, les propriétés dont dépend la célérité d'une onde.</li> <li>■ Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point donné du milieu de propagation connaissant celle de la source d'onde progressive et représenter graphiquement le diagramme du mouvement de ce point.</li> <li>■ Représenter graphiquement l'aspect à un instant donné, du milieu (ou d'une coupe du milieu) de propagation d'une onde progressive.</li> <li>■ Reconnaître la double périodicité d'une onde sinusoïdale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Faire propager un ébranlement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le long d'une corde élastique tendue,</li> <li>- le long d'un ressort,</li> <li>- le long d'une échelle de perroquet,</li> <li>- à la surface d'une nappe d'eau</li> </ul> Observer dans chaque cas l'ébranlement et comparer la direction de sa propagation avec la direction de la déformation locale du milieu de propagation. </li> <li>► Mesurer la célérité : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un ébranlement se propageant le long d'une échelle de perroquet à l'aide de deux photo capteurs placés devant deux barreaux de l'échelle,</li> <li>- du son à l'aide de deux microphones reliés chacun à une entrée d'un oscilloscope. </li> </ul> </li> <li>► Faire propager une onde progressive sinusoïdale le long d'une corde élastique, mettre en évidence sa périodicité temporelle avec la méthode optique et sa périodicité spatiale avec un éclairage stroboscopique.</li> <li>► Nos oreilles perçoivent des sons. Qu'est ce qui fait qu'ils nous parviennent et pourquoi les sons émis et ceux qu'on perçoit sont les mêmes ?</li> <li>► Utiliser un oscilloscope, une source sonore et un microphone pour mettre en évidence la nature vibratoire du son.</li> </ul>	<p><b>Ondes mécaniques progressives</b></p> <p><b>1. Notion d'onde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde transversale et onde longitudinale.</li> <li>- Célérité d'une onde.</li> </ul> <p><b>2. Onde progressive sinusoïdale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double périodicité : périodicité temporelle (T) et périodicité spatiale (longueur d'onde <math>\lambda</math>).</li> </ul>	5,5- 6,5 h

 : Activité pouvant mettre en jeu les **TIC** (Technologies de l'information et de la communication)

## Commentaires

On introduira la notion d'onde par la réalisation d'expériences permettant de générer un ébranlement dans un milieu élastique unidimensionnel (corde élastique et ressort) et bidimensionnel (surface libre d'un liquide) et on définira l'onde comme étant le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu donné.

Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans un milieu donné permettront de vérifier que la valeur de cette célérité est indépendante de la forme de l'onde et de son amplitude tant que celle-ci est faible. Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans des milieux de natures différentes (masses volumique, surfacique et linéique différentes ; atomicités différentes de gaz...) ou dans des états différents (tension ou torsion différentes ; températures différentes...) conduiront à montrer que la célérité  $v$  dépend des propriétés du milieu de propagation. Cependant, aucune expression de célérité en fonction de ces propriétés n'est au programme.

On insistera sur le fait qu'au cours de la propagation d'une onde mécanique sinusoïdale, les points du milieu de propagation effectuent chacun un mouvement sur place autour de sa position de repos alors que l'énergie est transmise d'un point à un autre pour affecter tout le milieu de propagation.


On montrera expérimentalement puis théoriquement la double périodicité d'une onde sinusoïdale dans le cas d'une onde transversale unidimensionnelle et on généralisera les résultats après une étude qualitative de cas variés (onde longitudinale, onde bidimensionnelle, onde tridimensionnelle : le son).

On utilisera la corde élastique pour montrer la double périodicité d'une onde progressive transversale.

Le développement théorique et la représentation de l'aspect, à un instant donné, du milieu de propagation d'une onde progressive sera limité au cas d'une onde transversale (le long d'une corde élastique et à la surface libre d'un liquide).

## B. CHIMIE (28 – 33 heures)

### EQUILIBRES CHIMIQUES (8-9,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Calculer l'avancement d'une réaction.</li> <li>■ Calculer l'avancement final d'une réaction.</li> <li>■ Calculer le taux d'avancement final d'une réaction chimique.</li> <li>■ Déterminer le caractère total ou limité d'une réaction.</li> <li>■ Faire l'étude expérimentale quantitative de la réaction d'estérification.</li> <li>■ Reconnaître un système en état d'équilibre chimique.</li> <li>■ Appliquer la loi d'action de masse.</li> <li>■ Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique vers un état d'équilibre.</li> <li>■ Appliquer la loi de modération pour prévoir le sens d'évolution d'un système chimique d'un état d'équilibre à un autre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Faire une étude expérimentale quantitative de la réaction de l'éthanol avec l'acide éthanóique et déterminer graphiquement son avancement final. </li> <li>► La transformation d'un système chimique est-elle toujours totale ?</li> <li>► Peut-on accélérer une transformation chimique ?</li> <li>► Pourquoi certaines réactions sont-elles totales et d'autres sont limitées ?</li> <li>► A l'aide de l'étude expérimentale de l'estérification réalisée précédemment, dégager l'influence des concentrations sur l'équilibre estérification-hydrolyse.</li> <li>► Etudier expérimentalement l'influence des concentrations et celle de la température sur l'équilibre : <math>\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}</math>.</li> <li>► Etudier expérimentalement et qualitativement l'influence de la température et celle de la pression sur l'équilibre : <math>\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2</math>.</li> </ul>	<p><b>I. Notion d'équilibre chimique</b>  <b>I-1. Notion d'avancement, avancement final et avancement maximal</b>  - Cas d'une réaction totale  - Cas d'une réaction limitée  <b>I-2. Taux d'avancement final d'une réaction chimique</b>  <b>I-3. Définition d'un état d'équilibre chimique</b>  <b>I-4. Interprétation microscopique de l'équilibre chimique</b></p> <p><b>II. Loi d'action de masse</b>  <b>II-1. La fonction des concentrations II</b>  <b>II-2. Enoncé de la loi d'action de masse</b>  Constante d'équilibre</p> <p><b>III. Conditions d'évolution spontanée</b></p> <p><b>IV. Loi de modération</b></p>	<p>4,5 - 5h</p> <p>1 h</p> <p>1h</p> <p>1,5 - 2,5 h</p>

## Commentaires

On exprimera l'avancement  $x$  en mole.

Si une transformation chimique se produit à volume constant, dans un système constitué d'une seule phase, il conviendra d'utiliser l'avancement volumique (avancement par unité de volume).

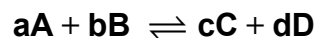
On définira le taux d'avancement final d'une réaction chimique comme étant le quotient de son avancement final  $x_f$  sur son avancement maximal  $x_{\max}$ .

L'étude expérimentale de la réaction d'estérification permettra de montrer que cette réaction est limitée par une réaction inverse (hydrolyse) et de dégager la loi d'action de masse.

On énoncera la loi d'action de masse comme suit :

A une température donnée, un système chimique est en équilibre lorsque sa composition devient invariante et telle que la fonction des concentrations  $\Pi$  est égale à une constante  $K$  indépendante de sa composition initiale, appelée constante d'équilibre.

En phase liquide, pour toute transformation aboutissant, à une température donnée, à un équilibre du type :



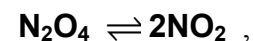
la loi d'action de masse s'écrit  $K = \frac{[C]_{\text{éq}}^c \cdot [D]_{\text{éq}}^d}{[A]_{\text{éq}}^a \cdot [B]_{\text{éq}}^b}$

On n'envisagera que des systèmes chimiques où tous les constituants sont dans une même phase liquide.

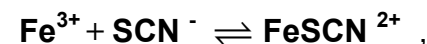
La constante d'équilibre est exprimée sans unité.

Pour mettre en évidence les effets de la concentration, de la température et de la pression sur l'évolution d'un système chimique d'un état d'équilibre à un autre, on choisira ceux jugés les mieux adaptés parmi les exemples suivants :

- la réaction d'estérification,
- les réactions de précipitation et de dissolution,
- la réaction de dissociation du peroxyde d'azote :






- la réaction de l'ion Fer III avec l'ion thiocyanate :



$FeSCN^{2+}$  étant l'ion thiocyanato Fer III.

## REACTIONS ACIDES-BASES (9 – 10,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appliquer la loi d'action de masse à l'équilibre ionique de l'eau et aux réactions acide-base d'une manière générale.</li> <li>■ Classer les acides et les bases en fonction de leur constante d'acidité <math>K_a</math> ou de basicité <math>K_b</math>.</li> <li>■ Etablir pour un couple acide-base la relation <math>K_a \cdot K_b = K_e</math>.</li> <li>■ Utiliser le couple de référence <math>H_3O^+ / H_2O</math> pour comparer les forces des couples acide-base entre eux.</li> <li>■ Etablir l'expression du <b>pH</b> d'une solution aqueuse d'acide fort ou celle du <b>pH</b> d'une solution aqueuse de base forte en fonction de la concentration initiale.</li> <li>■ Appliquer l'expression du <b>pH</b> d'une solution aqueuse d'acide ou de base au calcul de concentrations initiales.</li> <li>■ Suivre expérimentalement l'évolution du <b>pH</b> au cours d'une réaction acide-base.</li> <li>■ Déterminer à l'aide des courbes d'évolution du <b>pH</b> relatives aux réactions acide-base : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la force de l'acide ou de la base ;</li> <li>- le point d'équivalence et celui de demi-équivalence ;</li> <li>- la concentration initiale de la solution aqueuse acide ou basique utilisée ;</li> <li>- la valeur de la constante d'acidité <math>K_a</math>.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Vérifier expérimentalement que le <b>pH</b> d'une solution d'acide (ou de base) dépend de la concentration de la solution.</li> <li>► Deux solutions aqueuses d'acide chlorhydrique et d'acide éthanóïque de même concentration <b>C</b> ont-elles le même <b>pH</b> ?</li> <li>► Mesurer les <b>pH</b> de deux solutions aqueuses d'acides (ou de bases) de même concentration initiale et comparer les forces des deux acides (ou bases)</li> <li>► Suivre expérimentalement l'évolution du <b>pH</b> au cours des réactions acide-base : <ul style="list-style-type: none"> <li>- acide fort - base forte, </li> <li>- acide faible - base forte, </li> <li>- base faible - acide fort. </li> </ul> </li> </ul>	<p><b>I. Equilibre acide-base</b></p> <p><b>II. Classification des acides et des bases</b>  <b>II-1. Acide fort, acide faible, base forte et base faible</b>  <b>II-2. Choix d'un couple de référence</b></p> <p><b>III. pH des solutions aqueuses</b></p> <p><b>IV. Réaction d'un acide avec une base</b>  <b>IV-1. Evolution du pH au cours des réactions acide-base</b>  <b>IV-2. Application au dosage acido-basique</b></p>	<p>4 – 5 h</p> <p>5 – 5,5 h</p>



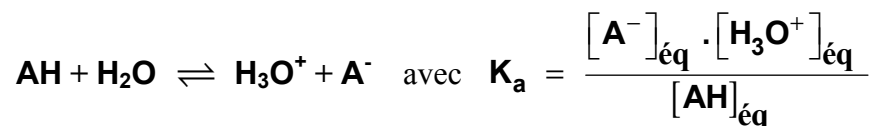
## Commentaires

On rappellera que la dissociation de l'eau est une réaction limitée. L'application de la loi d'action de masse permettra de retrouver l'expression du produit ionique de l'eau  $K_e = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$

Pour la réaction acide-base :  $A_1 + B_2 \rightleftharpoons A_2 + B_1$ , la comparaison de la valeur de la fonction des concentrations  $\pi$  à la valeur de la constante d'équilibre  $K$  permettra de prévoir le sens d'évolution du système.

Par convention, une réaction est considérée totale lorsque sa constante d'équilibre  $K$  est supérieure à  $10^4$ .

La valeur de chacune des constantes d'équilibre caractérisant :



permet de classer les acides (ou les bases) en :

- forts :  $K_a$  (ou  $K_b$ ) très grand  $\Leftrightarrow$  réaction pratiquement totale,
- faibles :  $K_a$  (ou  $K_b$ ) moyen  $\Leftrightarrow$  réaction moyennement limitée,
- indifférents dans l'eau :

$K_a$  (ou  $K_b$ ) très petit  $\Leftrightarrow$  pratiquement pas de réaction.

On montrera que pour un même couple acide-base :  $K_a \cdot K_b = K_e$

Pour des raisons de commodité de calcul, on utilise le  $pK_a$  qui sera défini comme étant :  $pK_a = -\log K_a$

Pour pouvoir comparer tous les couples acide-base entre eux, il est commode de les comparer aux couples  $H_3O^+ / H_2O$  et  $H_2O / OH^-$  pris comme couples de référence.

On établira l'expression du pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte en fonction de sa concentration initiale quand on pourra négliger les ions dus à l'ionisation propre de l'eau.

Le calcul du pH des solutions aqueuses d'acide faible ou de base faible est hors programme

\* \* \*

On réservera une séance de travaux pratiques pour l'étude de l'évolution du pH au cours de la réaction d'une solution aqueuse d'acide fort avec une solution aqueuse de base forte et une séance pour les deux cas : solution d'acide fort-solution de base faible et solution d'acide faible-solution de base forte.

L'interprétation des courbes d'évolution du pH au cours des réactions acide – base sera faite sans recours au calcul des concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

Il n'y a pas lieu d'évoquer les solutions tampons

Le dosage d'un acide faible par une base faible est hors programme.


On introduira un indicateur coloré comme étant une substance qui prend une couleur donnée selon le pH de la solution dans laquelle elle est introduite.

On donnera des exemples de zones de virage de quelques indicateurs colorés et on signalera que chaque indicateur coloré prend dans sa zone de virage une teinte particulière dite teinte sensible.

Tout développement théorique portant sur la zone de virage est hors programme

Pour un dosage acido-basique donné, la valeur du pH au point d'équivalence permettra de justifier le choix de l'indicateur coloré.

## PILES : TRANSFORMATIONS SPONTANÉES (6,5 – 7,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement de la pile Daniell.</li> <li>■ Déduire à partir du sens du courant, le sens de la réaction spontanée qui se produit dans la pile.</li> <li>■ Déterminer le sens de la transformation spontanée mettant en jeu deux couples redox.</li> <li>■ Généraliser le principe de la pile Daniell à d'autres piles du même type.</li> <li>■ Appliquer l'expression de la f.é.m. <math>E</math> d'une pile de type Daniell sur d'autres piles du même type.</li> <li>■ Faire un classement de quelques couples redox selon le potentiel normal d'électrode.</li> <li>■ Expliquer le fonctionnement d'une pile alcaline.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser la pile Daniell ainsi que d'autres de même type, identifier leur polarité, mesurer la f.é.m. <math>E</math>, suivre ce qui se passe au niveau des électrodes.</li> <li>► Suivre expérimentalement l'évolution de la f.é.m. <math>E</math> de la pile Daniell en fonction des concentrations des deux solutions. </li> <li>► Les métaux et les solutions ioniques sont des bons conducteurs électriques. Comment peut-on les associer pour fabriquer une pile ?</li> <li>► Introduire deux lames de métaux différents dans un citron (ou orange) et vérifier l'existence d'une tension entre les deux lames.</li> <li>► Introduire deux lames, l'une en zinc et l'autre en cuivre, dans une solution de sulfate de cuivre et vérifier l'existence d'une tension entre les deux lames.</li> </ul>	<p><b>I. Etude de la pile Daniell</b></p> <p><b>II. Généralisation : piles de type Daniell</b></p> <p><b>III. Influence des concentrations sur la f.e.m. des piles du type Daniell</b></p> <p><b>IV. Choix d'une référence</b>  <b>IV-1. La demi-pile normale à hydrogène</b>  <b>IV-2. Le potentiel normal redox</b>  <b>IV-3. Classement électrochimique des couples redox</b></p> <p><b>V. La pile alcaline, exemple de pile usuelle</b></p>	6,5–7,5 h

## Commentaires

L'étude de la pile Daniell permettra de dégager les notions suivantes : la polarité, la f.é.m., les réactions aux électrodes, les demi-piles et le sens du courant électrique.

On reliera le sens de circulation des électrons (dans le circuit extérieur) au sens de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

On indiquera que la réaction:

$$\text{Zn}_{(sd)} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}_{(sd)} + \text{Zn}^{2+}$$
 évolue vers un équilibre dynamique.

A une température donnée, le rapport  $\frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$  appelé fonction des concentrations usuelle prend, à l'équilibre dynamique, une valeur constante  $\mathbf{K} = \frac{[\text{Zn}^{2+}]_{\text{éq}}}{[\text{Cu}^{2+}]_{\text{éq}}}$  appelée constante d'équilibre usuelle.

A la température  $\theta = 25^\circ\text{C}$ , la force électromotrice de la pile Daniell a pour expression :

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$
 avec  $\mathbf{E}^0$  : la f.é.m. normale de la pile, exprimée en volt.

On reliera le sens de la réaction spontanée au signe de  $\mathbf{E}$ .

On signalera qu'à l'équilibre dynamique, la pile ne débite plus ( $\mathbf{E}=0$ ), ce qui donne  $\mathbf{E}^0 = 0,03 \log \mathbf{K}$ .

Pour les piles de type Daniell mettant en jeu les couples ( $\text{M}^{n+}/\text{M}$ ) et ( $\text{M}'^{m+}/\text{M}'$ ), on se limitera aux cas où  $m = n$ .

On dira que la f.é.m. d'une pile analogue à la pile Daniell, siège de la réaction :  $\mathbf{Ox}_1 + \mathbf{Red}_2 \rightleftharpoons \mathbf{Ox}_2 + \mathbf{Red}_1$ , est fonction des concentrations et de la température.

A la température ambiante  $\theta = 25^\circ\text{C}$  : 
$$\mathbf{E} = \mathbf{E}^0 - \frac{0,06}{n} \log \frac{[\mathbf{Ox}_2]}{[\mathbf{Ox}_1]}.$$

Cette expression est valable dans le cas où les couples redox  $\mathbf{Ox}_1/\mathbf{Red}_1$  et  $\mathbf{Ox}_2/\mathbf{Red}_2$ , mettent en jeu le même nombre d'électrons et les formes  $\mathbf{Red}_1$  et  $\mathbf{Red}_2$  sont des solides.

On signalera que lorsque le courant s'annule, c'est-à-dire lorsque  $\mathbf{E} = 0$ , on est à l'équilibre dynamique, ce qui donne 
$$\mathbf{E}^0 = \frac{0,06}{n} \log \mathbf{K}.$$

On fera remarquer que la connaissance de  $\mathbf{E}^0$  (ou de  $\mathbf{K}$ ) permet de comparer les forces de deux couples redox et de classer les différents couples redox.

On introduira directement le potentiel normal d'électrode d'un couple redox sans aucun développement du potentiel d'électrode.

En tenant compte des concentrations, ce classement permet de prévoir si une réaction d'oxydoréduction est possible spontanément.

Toutefois, certaines réactions d'oxydoréduction spontanément possibles sont très lentes pour être observées.

La pile alcaline sera introduite comme étant une pile d'usage courant, différente de la pile Daniell. On se limitera à sa description et à son principe de fonctionnement.

## ELECTROLYSES : TRANSFORMATIONS IMPOSEES (4,5 – 5,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ecrire les équations des transformations chimiques qui se produisent au niveau des électrodes d'une pile au cours de son fonctionnement.</li> <li>■ Ecrire les équations des transformations chimiques se produisant au niveau des électrodes, lors d'une électrolyse.</li> <li>■ Donner des exemples de piles rechargeables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Comment protéger la coque d'un bateau contre la corrosion ?</li> <li>▶ Comment plaquer un faux bijou ?</li> <li>▶ Qu'est ce que la galvanoplastie ?</li> <li>▶ Réaliser une électrolyse à électrodes inattaquables et une électrolyse à anode soluble.</li> <li>▶ Commenter un dossier préparé à l'avance par des élèves, sur l'affinage des métaux, la galvanostégie et la galvanoplastie.</li> </ul>	<p><b>I. Le phénomène d'électrolyse, exemple de réaction imposée</b></p> <p><b>II. Exemples et applications industrielles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrolyseur à électrodes inattaquables : <u>Application</u> : Obtention des métaux par voie humide (zinc, cuivre)</li> <li>- Electrolyseur à anode soluble <u>Application</u> : Affinage des métaux, galvanostégie (protection contre la corrosion) et galvanoplastie (reproduction d'objets)</li> </ul> <p><b>III. Autre application</b> : les piles rechargeables (les accumulateurs, pile plomb-acide, pile cadmium-nickel, pile NiMH).</p>	4,5 – 5,5 h

### Commentaires

L'étude des piles Daniell permettra de dégager les notions de polarités et de f.é.m. d'une pile, voire les transformations chimiques produites aux électrodes et le sens du courant électrique.

On relira le sens de la circulation des électrons (dans le circuit extérieur) au sens de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

On ne manquera pas de citer d'autres exemples de pile (pile Leclanché, pile à oxyde d'argent, pile à oxyde de nickel, pile bouton, pile alcaline).

Lors de l'étude de l'électrolyse, on insistera sur le fait que les transformations au niveau des électrodes, contrairement à celles d'une pile sont des réactions imposées.



A propos des piles rechargeables on se limitera à une étude descriptive et on insistera sur leur intérêt pratique.

# **Section**






# **Sciences de l'informatique**




# A. PHYSIQUE (53 – 62 heures)

## EVOLUTION DE SYSTEMES ELECTRIQUES (38 – 44 heures)




Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réaliser un montage permettant de tracer la courbe d'évolution de la charge électrique d'un condensateur au cours du temps.</li> <li>■ Déterminer à l'aide de la courbe de charge d'un condensateur la valeur de la capacité <math>C</math>.</li> <li>■ Reconnaître que l'intensité <math>i</math> du courant est une grandeur algebrique.</li> <li>■ Déterminer, graphiquement, à partir de la courbe de réponse <math>u_c(t)</math> ou <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit la charge instantanée <math>q(t)</math> d'un condensateur, la tension <math>u_c(t)</math> à ses bornes et l'intensité <math>i(t)</math> du courant qui parcourt le circuit de charge durant le régime transitoire.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un condensateur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Quel est le principe de fonctionnement du flash d'un appareil photo ?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence la charge et la décharge d'un condensateur.</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de charger un condensateur par un générateur de courant et de suivre l'évolution de la charge au cours du temps. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant d'étudier la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.</li> <li>► Dans une portion de circuit, le courant électrique circule-t-il toujours dans le même sens?</li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément les courbes de réponse <math>u_c(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RC soumis à une tension en créneau. </li> </ul>	<p><b>I. Le condensateur, le dipôle RC</b></p> <p><b>I-1. Description sommaire d'un condensateur.</b></p> <p><b>I-2. Charge électrique et capacité d'un condensateur.</b></p> <p><b>I-3. Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = R.C</math>.</b></p> <p><b>I-4. Energie emmagasinée dans un condensateur.</b></p>	4 – 5 h



 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'induction électromagnétique.</li> <li>■ Appliquer la loi de Lenz.</li> <li>■ Reconnaître les facteurs dont dépend la f.e.m. d'auto-induction.</li> <li>■ Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de <math>i</math> en fonction du temps dans un dipôle RL alimenté par un échelon de tension.</li> <li>■ Déterminer graphiquement, à partir des courbes de réponses <math>u_L(t)</math> ou <math>i(t)</math>, soumis à un échelon de tension, la constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</li> <li>■ Calculer l'énergie emmagasinée dans un solénoïde.</li> <li>■ Réaliser un montage permettant de suivre les oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Reconnaître le régime pseudopériodique et le régime apériodique.</li> <li>■ Reconnaître le facteur responsable de l'amortissement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Pourquoi les transformateurs ne peuvent pas être utilisés en courant continu ?</li> <li>► Comment fonctionnent les ralentisseurs électromagnétiques des véhicules poids lourd ?</li> <li>► Fermer une bobine (solénoïde par exemple) sur un galvanomètre balistique, approcher ou éloigner un aimant droit de la bobine et observer les indications du galvanomètre. </li> <li>► Effectuer une expérience permettant de dégager la loi de Lenz. </li> <li>► Monter en série un résistor de résistance <math>R</math> avec une bobine de résistance négligeable devant <math>R</math>, alimenter l'ensemble avec une tension triangulaire, visualiser à l'oscilloscope les courbes représentant la tension <math>u_L(t)</math> aux bornes de la bobine ainsi que <math>u_R(t)</math> aux bornes du résistor et en déduire que <math>u_L(t)</math> est proportionnelle à <math>\frac{di}{dt}</math>. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de visualiser simultanément à l'oscilloscope les courbes de réponse <math>u_L(t)</math> et <math>i(t)</math> d'un dipôle RL soumis à une tension en créneau. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de mettre en évidence l'énergie emmagasinée par une bobine.</li> <li>► Réaliser la décharge d'un condensateur de capacité <math>C</math> dans une bobine (<math>L, r</math>) en série avec un résistor de résistance <math>R_0</math>, visualiser et tracer la tension <math>u(t)</math> à ses bornes pour différentes valeurs de <math>R_0</math>. </li> </ul>	<p><b>II. La bobine, le dipôle RL</b></p> <p><b>II-1. Induction électromagnétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Courant induit : Loi de Lenz.</li> <li>- Force électromotrice d'induction.</li> </ul> <p><b>II-2. Auto induction :</b> Force électromotrice d'auto induction et inductance d'un solénoïde.</p> <p><b>II-3. Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ; constante de temps <math>\tau = \frac{L}{R}</math>.</b></p> <p><b>II-4. Energie emmagasinée dans une bobine.</b></p> <p><b>III. Le circuit RLC série</b></p> <p><b>III-1. Oscillations libres amorties</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régimes pseudopériodique et apériodique.</li> </ul>	5,5-6,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Etablir l'équation différentielle des oscillations libres d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Interpréter la diminution de l'amplitude des oscillations libres amorties par le transfert d'énergie de l'oscillateur vers le milieu extérieur.</li> <li>■ Réaliser un montage permettant d'entretenir des oscillations d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Déterminer la valeur de la résistance négative indispensable à l'entretien des oscillations d'un circuit RLC série.</li> <li>■ Distinguer, en régime forcé, le résonateur de l'excitateur.</li> <li>■ Visualiser simultanément à l'oscilloscope la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mesurer l'amplitude et la fréquence d'une grandeur oscillante sinusoïdale.</li> <li>■ Déterminer le déphasage entre la tension excitatrice <math>u(t)</math> et l'intensité du courant <math>i(t)</math>.</li> <li>■ Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de résonance d'intensité.</li> <li>■ Etablir l'expression de l'intensité maximale <math>I_m</math> en fonction de la fréquence des excitations de l'oscillateur.</li> <li>■ Calculer la puissance moyenne absorbée par un oscillateur électrique.</li> <li>■ Expliquer l'importance du facteur de puissance dans les transformations de l'énergie électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Tracer les courbes représentant l'énergie totale d'un circuit RLC série en régime libre ainsi que les énergies <math>E_e = \frac{1}{2} C.u^2</math> et <math>E_m = \frac{1}{2} L.i^2</math> emmagasinées respectivement dans le condensateur et dans la bobine. </li> <li>► Reprendre le circuit de décharge d'un condensateur de capacité <math>C</math> dans une bobine (<math>L, r</math>) en série avec un résistor de résistance <math>R_0</math> et y insérer un montage comprenant un amplificateur opérationnel dit "à résistance négative", visualiser à l'oscilloscope la tension <math>u_C(t)</math> aux bornes du condensateur, suivre l'évolution de la forme de l'oscillogramme en fonction de la valeur de la résistance d'entrée <math>R_E</math> du montage inséré, comparer la valeur de la résistance (<math>R_0+r</math>) à celle de la résistance <math>R_E</math> avec laquelle l'oscillogramme prend la forme d'une sinusoïde. </li> <li>► En quoi consiste la recherche manuelle ou automatique d'une chaîne radio ou d'un canal de télévision ?</li> <li>► Alimenter un circuit RLC série par un générateur délivrant une tension <math>u(t)</math> de valeur maximale <math>U_m</math> fixe et de fréquence <math>N</math> réglable, visualiser simultanément à l'oscilloscope les tensions <math>u(t)</math> et <math>u_R(t)</math>, suivre l'évolution de <math>I_m</math> et du déphasage <math>\Delta\phi</math> de <math>i(t)</math> par rapport à <math>u(t)</math> et tracer la courbe représentant <math>I_m = f(N)</math>. </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equation différentielle.</li> <li>- L'énergie totale et sa non conservation.</li> </ul> <p><b>III-2. Cas particulier des oscillations libres non amorties</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equation différentielle.</li> <li>- Période propre <math>T_0</math> et fréquence propre <math>N_0</math>.</li> <li>- L'énergie totale et sa conservation.</li> </ul> <p><b>III-3. Entretien des oscillations à l'aide d'un dipôle à résistance négative</b></p> <p><b>III-4. Oscillations forcées en régime sinusoïdal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production.</li> <li>- Influence de la fréquence d'excitation sur les oscillations et résonance d'intensité.</li> <li>- Impédance électrique.</li> <li>- Puissance moyenne et facteur de puissance : Pertes en ligne.</li> </ul>	12,5-14 h



Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître le schéma d'un filtre.</li> <li>■ Distinguer entre l'entrée et la sortie d'un filtre.</li> <li>■ Réaliser un filtre (passe-bas, passe-haut, passe-bande).</li> <li>■ Etablir l'expression de la fonction de transfert <math>T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}</math> d'un filtre.</li> <li>■ Calculer le gain d'un filtre.</li> <li>■ Tracer la courbe de réponse <math>U_{Sm}=f(N)</math> [ou <math>G=f(N)</math>] d'un filtre.</li> <li>■ Déterminer la (ou les) fréquence(s) de coupure et la largeur de la bande passante d'un filtre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Alimenter un dipôle RC avec un générateur BF délivrant une tension sinusoïdale <math>u</math> d'amplitude fixe et de fréquence <math>N</math> réglable, relever l'amplitude <math>U_{Sm}</math> de la tension de sortie <math>u_s</math> aux bornes du condensateur, tracer la courbe représentant <math>G</math> en fonction de <math>N</math>. </li> <li>▶ Réaliser un filtre passe-bas actif à l'aide d'un amplificateur opérationnel, d'un condensateur et de résistors, alimenter le filtre avec un générateur BF de fréquence <math>N</math> réglable, relever l'amplitude <math>U_{Sm}</math> de la tension de sortie <math>u_s</math> pour différentes valeurs de <math>N</math>, calculer les valeurs correspondantes du gain <math>G</math>, tracer la courbe de réponse <math>G = f(N)</math>.</li> <li>▶ Réaliser un filtre passe-haut avec le condensateur et le résistor utilisés précédemment, alimenter le filtre avec un générateur BF de fréquence <math>N</math> réglable, relever l'amplitude <math>U_{Sm}</math> de la tension de sortie <math>u_s</math> aux bornes du résistor pour différentes valeurs de <math>N</math>, tracer la courbe de réponse <math>U_{Sm} = f(N)</math>. </li> <li>▶ Recourir au tableau des mesures dressé lors de l'activité réalisée sur la résonance d'intensité d'un circuit RLC série pour calculer les tensions maximales <math>U_{Rm}</math> (la valeur de <math>R_0</math> étant donnée) aux bornes du résistor correspondant aux intensités maximales <math>I_m</math> relevées en fonction de la fréquence <math>N</math>, tracer la courbe de réponse <math>U_{Rm}=f(N)</math> du filtre ; ou exploiter directement la courbe de résonance d'intensité pour déterminer la largeur de la bande passante (du fait que <math>U_{Rm}=R_0I_m</math>). </li> </ul>	<p><b>IV. Les filtres</b></p> <p><b>IV-1. Définitions :</b> filtrage de signaux électriques et filtre.</p> <p><b>IV-2. Fonction de transfert et gain d'un filtre.</b></p> <p><b>IV-3. Bande passante et fréquence de coupure.</b></p> <p><b>IV-4. Filtres passe-bas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtre passe-bas passif</li> <li>- Filtre passe-bas actif</li> </ul> <p><b>IV-5. Filtre passe-haut : circuit CR.</b></p> <p><b>IV-6. Filtre passe-bande : circuit RLC série.</b></p>	7 - 8 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reconnaître un multivibrateur astable.</li> <li>■ Réaliser un montage de multivibrateur astable.</li> <li>■ Visualiser et tracer les chronogrammes d'un multivibrateur astable.</li> <li>■ Tracer les chronogrammes d'un multivibrateur astable.</li> <li>■ Interpréter les chronogrammes d'un multivibrateur astable.</li> <li>■ Calculer la période du signal généré par un multivibrateur astable.</li> <li>■ Calculer le rapport cyclique <math>\delta</math> d'un multivibrateur astable.</li> <li>■ Relever les deux niveaux de sortie d'un multivibrateur astable.</li> <li>■ Comparer un signal analogique avec un signal numérique.</li> <li>■ Distinguer un convertisseur analogique-numérique (CAN) d'un convertisseur numérique-analogique (CNA).</li> <li>■ Etablir l'expression de la tension de sortie <math>u_s</math> d'un CNA à réseau de résistances pondérées en fonction du nombre <math>N</math> d'entrées.</li> <li>■ Convertir un signal numérique en signal analogique.</li> <li>■ Tracer la caractéristique de transfert <math>u_s=f(N)</math> d'un CNA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Que signifie la caractéristique "vitesse d'horloge 1,4 GHz" par exemple ?</li> <li>► Réaliser un montage illustrant un multivibrateur astable avec un amplificateur opérationnel, un condensateur et trois résistors, polariser l'amplificateur opérationnel en <math>\pm 15V</math>, visualiser simultanément à l'oscilloscope la tension <math>u_C</math> aux bornes du condensateur et la tension de sortie <math>u_s</math> du multivibrateur réalisé. </li> <li>► Réaliser un montage illustrant un multivibrateur astable avec deux portes logiques NON d'un circuit intégré CMOS, un condensateur et deux résistors, polariser l'amplificateur opérationnel en <math>\pm 15V</math>, visualiser simultanément à l'oscilloscope la tension <math>u_C</math> aux bornes du condensateur et la tension de sortie <math>u_s</math> du multivibrateur réalisé. </li> <li>► Quel est le rôle de l'interface dans la chaîne de mesure en EXAO ?</li> <li>► Qu'est-ce qui permet de transformer les signaux numériques dans un ordinateur en signaux analogiques au niveau des périphériques tel que l'écran de son moniteur et les hauts parleurs ?</li> <li>► Réaliser un montage CNA par recours à un circuit intégré approprié (par exemple le DAC 0800 de résolution 12 bits, le DAC 0808 de 8 bits...) et suivre l'évolution de la sortie analogique en fonction de l'entrée numérique.</li> </ul>	<p><b>V. Production de signaux périodiques non sinusoïdaux</b>  <b>V-1. Générateurs de signaux non sinusoïdaux :</b> Les multivibrateurs.  <b>V-2. Fonctionnement d'un multi-vibrateur astable</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe</li> <li>- Chronogrammes</li> <li>- Caractéristiques : période, rapport cyclique et niveaux de sortie.</li> </ul> <p><b>VI. Conversion de signaux</b>  <b>VI-1. Signaux analogiques, logiques et numériques :</b> Définitions et comparaison.  <b>VI-2. Convertisseur analogique-numérique (CAN) et convertisseur numérique-analogique (CNA) :</b> Définitions, symbole, exemple et intérêts.  <b>VI-3. CNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe de fonctionnement du CNA à réseau de résistances pondérées.</li> <li>- Caractéristique de transfert <math>u_s=f(N)</math>.</li> </ul>	<p>5 - 6 h</p> <p>4 – 4,5 h</p>

## Commentaires

On exprimera l'intensité du courant circulant dans une portion de circuit comportant un condensateur sous la forme  $i = \frac{dq}{dt}$  en adoptant comme sens positif du courant celui dans lequel il circule vers l'armature portant la charge +q.

A partir de la courbe  $u_C = f(t)$ , obtenue en alimentant le condensateur par un générateur de courant, on introduira la capacité **C** d'un condensateur et on la définira comme étant une grandeur qui caractérise son aptitude à emmagasiner une charge électrique **q** lorsqu'il est soumis à une tension  $u_C$ .

On précisera que la capacité **C** d'un condensateur ne dépend que de ses caractéristiques géométriques et de la nature du diélectrique.

On donnera l'expression de la capacité d'un condensateur plan  $C = \epsilon \frac{S}{e}$ .

Toute association de condensateurs est hors programme.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie électrique emmagasinée par un condensateur et on fera remarquer que cette énergie est une énergie potentielle électrique dont on donnera, sans démonstration, l'expression  $E_e = \frac{1}{2} C.u^2$ .

On ne manquera pas de signaler l'intérêt pratique des condensateurs.

\*\*\*

On introduira le phénomène d'induction électromagnétique de manière qualitative par variation du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  (déplacement relatif bobine-aimant ; variation de l'intensité du courant électrique circulant dans une bobine).

La notion de flux est hors programme.

On introduira l'inductance **L** d'une bobine à l'aide de la courbe de variation de  $u_L(t)$  en fonction de  $\frac{di}{dt}$  et on montrera qu'elle dépend des caractéristiques géométriques du solénoïde. De l'expression de  $u_L(t)$ , on déduira celle de la f.e.m. d'auto-induction.

On mettra en évidence expérimentalement l'énergie magnétique emmagasinée par une bobine, et on donnera sans démonstration son expression  $E_m = \frac{1}{2} L.i^2$ .

Comme applications, on ne manquera pas de signaler le principe de fonctionnement d'un alternateur et celui d'un transformateur.

\*\*\*

A propos de l'évolution dans le temps d'un circuit RLC série en régime libre, on se limitera à en faire une étude expérimentale : on l'entamera par une mise en évidence du régime pseudopériodique ; l'étude de l'influence de l'amortissement permettra de dégager le régime apériodique et de signaler qu'à la limite, si l'amortissement est suffisamment très faible pour pouvoir le supposer nul, on aura le régime périodique.

A l'aide d'un système d'acquisition numérique, par exemple, on montrera expérimentalement la non conservation de l'énergie totale d'un circuit RLC série en régime libre  $E = \frac{1}{2} C.u^2 + \frac{1}{2} L.i^2$ .

Par application de la loi des mailles, on montrera que les oscillations libres d'un circuit LC (circuit RLC série de résistance négligeable) sont sinusoïdales de fréquence  $N_0$  appelée fréquence propre de l'oscillateur.

\* \* \*

En régime forcé sinusoïdal, avec l'étude expérimentale qui devance l'étude théorique, on traitera l'influence de la fréquence  $N$  de la tension excitatrice  $u$  sur la réponse du résonateur (valeur maximale de l'intensité du courant oscillant) pour différentes valeurs de la résistance totale  $R$  du circuit, on mettra en évidence la manifestation du phénomène de résonance à la fréquence  $N_r$  égale à la fréquence propre  $N_0$  de l'oscillateur et on ne manquera pas de signaler son importance dans la pratique. Par la suite, on établira les expressions de l'impédance  $Z$  du circuit RLC série et de l'intensité maximale  $I_m$  du courant électrique en fonction de la fréquence  $N$ ; on interprètera le phénomène de résonance et on montrera l'existence du phénomène de surtension qui sera caractérisé par le facteur de surtension  $Q = \frac{L\omega_0}{R}$  à la résonance et on signalera l'importance de ce dernier.

On établira en régime forcé l'expression de l'amplitude des oscillations et on déterminera la phase initiale de la grandeur oscillante en fonction de la fréquence  $N$  de l'excitateur **par recours à la construction de Fresnel**.

L'étude de la résonance de charge est hors programme.

\* \* \*

La fonction de transfert (ou transmittance) d'un filtre sera introduite comme étant la grandeur réelle  $T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}$ , où  $U_{Sm}$  et  $U_{Em}$  sont les valeurs maximales respectivement de la tension de sortie  $u_s$  et de la tension d'entrée  $u_E$  du filtre

L'étude de deux exemples de filtres passe bas réalisés respectivement avec des dipôles passifs (R,C) et avec un circuit intégré (amplificateur opérationnel) permettra de classer les filtres en filtres passifs et filtres actifs. Pour le filtre passe haut, on se limitera au cas du filtre passif RC; pour le filtre passe bande, on se limitera à celui réalisé avec un circuit RLC série.

Toute détermination expérimentale d'une fréquence de coupure d'un filtre sera suivie d'une confrontation avec sa valeur théorique.

\* \* \*


Comme exemples de multivibrateurs astables, on traitera seulement celui à amplificateur opérationnel et celui à inverseurs logiques. Toutefois, on ne manquera pas de signaler l'existence du multivibrateur monostable.

\* \* \*




A la suite de l'étude du CNA à réseau de résistances pondérées, on ne manquera pas de signaler l'existence du CNA à réseau de résistances "R-2R".

Pour le convertisseur CAN, on se contentera de signaler la possibilité de le réaliser par l'association d'un montage comparateur à un CNA.

## ONDES (15 – 18 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer entre une onde transversale et une onde longitudinale.</li> <li>■ Reconnaître que la propagation d'une onde est due à une propagation d'énergie sans transport de matière.</li> <li>■ Réaliser une expérience illustrant la propagation d'une onde sinusoïdale dans un milieu homogène et isotrope.</li> <li>■ Identifier, dans un milieu de propagation donné, les propriétés dont dépend la célérité d'une onde.</li> <li>■ Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point donné du milieu de propagation connaissant celle de la source d'onde progressive et représenter graphiquement le diagramme du mouvement de ce point.</li> <li>■ Représenter graphiquement l'aspect à un instant donné, du milieu (ou d'une coupe du milieu) de propagation d'une onde progressive.</li> <li>■ Reconnaître la double périodicité d'une onde sinusoïdale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Nos oreilles perçoivent des sons. Qu'est ce qui fait qu'ils nous parviennent et pourquoi les sons émis et ceux qu'on perçoit sont-ils les mêmes ?</li> <li>► La différence de salinité entre les eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée est à l'origine d'ondes progressives au niveau du détroit de Gibraltar. Quelles sont les propriétés de ce type d'ondes ?</li> <li>► Faire propager un ébranlement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le long d'une corde élastique tendue,</li> <li>- le long d'un ressort,</li> <li>- le long d'une échelle de perroquet,</li> <li>- à la surface d'une nappe d'eau dans une cuve à ondes.</li> </ul> Observer dans chaque cas l'ébranlement et comparer la direction de sa propagation avec la direction de la déformation locale du milieu de propagation. </li> <li>► Mesurer la célérité : <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un ébranlement se propageant le long d'une échelle de perroquet à l'aide de deux photos capteurs placés devant deux barreaux de l'échelle,</li> <li>- du son à l'aide de deux microphones reliés chacun à une entrée d'un oscilloscope. </li> </ul> </li> <li>► Faire propager une onde progressive sinusoïdale le long d'une corde élastique, mettre en évidence sa périodicité temporelle avec la méthode optique et sa périodicité spatiale avec un éclairage stroboscopique.</li> </ul>	<p><b>I. Ondes mécaniques progressives</b></p> <p><b>I-1. Notion d'onde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde transversale et onde longitudinale.</li> <li>- Célérité d'une onde.</li> </ul> <p><b>I-2. Onde progressive sinusoïdale</b></p> <p>Double périodicité : périodicité temporelle (T) et périodicité spatiale (longueur d'onde <math>\lambda</math>).</p>	4,5-5,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Justifier le caractère ondulatoire de la lumière à partir d'expériences de diffraction d'ondes mécaniques et d'ondes lumineuses.</li> <li>■ Préciser l'influence, sur le phénomène de diffraction, du quotient <math>\frac{\lambda}{a}</math> (<math>\lambda</math> étant la longueur d'onde et <math>a</math> la largeur de la fente).</li> <li>■ Réaliser des expériences de réflexion, de réfraction et de dispersion d'ondes mécaniques.</li> <li>■ Montrer qu'une lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations monochromatiques.</li> <li>■ Distinguer un milieu dispersif d'un milieu non dispersif.</li> <li>■ Justifier le recours à l'onde électromagnétique comme support de transmission de l'information.</li> <li>■ Décrire le principe de transmission d'un signal via une onde électromagnétique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Observer la diffraction d'une onde progressive rectiligne à la surface de la nappe d'eau d'une cuve à ondes, à travers une fente droite de largeur réglable (fixée à 1,3 cm par exemple) et celle de la lumière émise par une source laser à travers une fente droite de largeur réglable (fixée à 0,2 mm par exemple) ; faire varier dans chaque cas la largeur de la fente et suivre l'évolution de la netteté du phénomène de diffraction.</li> <li>► Observer la réflexion d'un ébranlement sur une extrémité fixe ou libre d'une corde élastique ou d'une échelle de perroquet.</li> <li>► Faire propager à la surface d'une nappe d'eau dans une cuve à ondes, une onde progressive sinusoïdale de forme rectiligne et lui faire subir respectivement une réflexion et une réfraction.</li> <li>► Visualiser à l'oscilloscope le signal représentant un son réfléchi sur un écran et détecté par un microphone.</li> <li>► Pour capter des émissions radio ou de télévision, des antennes sont indispensables. Pourquoi ? Comment sont-elles transmises, ces émissions entre les antennes ?</li> </ul>	<p><b>II. Interactions onde-matière :</b></p> <p><b>II-1. Diffraction mécanique et lumineuse :</b> caractère ondulatoire de la lumière.</p> <p><b>II-2. Réflexion</b></p> <p><b>II-3. Réfraction</b></p> <p><b>II-4. Dispersion</b></p> <p><b>III. Transmission des signaux :</b></p> <p><b>III-1. L'onde électromagnétique</b> : support de transmission de l'information.</p>	3 – 3,5 h

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distinguer les ondes lumineuses et les ondes hertziennes par leurs fréquences.</li> <li>■ Expliquer les fonctions de la modulation et de la démodulation d'un signal.</li> <li>■ Réaliser la modulation d'une tension sinusoïdale en amplitude.</li> <li>■ Mettre expérimentalement en évidence l'influence de la composante continue ajoutée à la tension modulante sur la qualité de la modulation.</li> <li>■ Calculer le taux de modulation d'un signal sinusoïdal.</li> <li>■ Réaliser la démodulation d'un signal électrique sinusoïdal modulé en amplitude.</li> <li>■ Mettre expérimentalement en évidence l'influence de la fréquence de l'onde électromagnétique porteuse du signal sur la démodulation de ce dernier.</li> <li>■ Réaliser la modulation d'une tension sinusoïdale en fréquence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Réaliser une expérience illustrant l'émission et la réception d'une onde hertzienne.</li> <li>► Que désigne-t-on par bandes AM et bandes FM en radiophonie ?</li> <li>► La fréquence de l'onde porteuse des émissions d'une station radio en AM est égale au minimum à 150 kHz, tandis qu'en FM, elle tourne autour de 100 MHz, pourquoi ?</li> <li>► Réaliser un montage permettant de moduler une tension sinusoïdale en amplitude, visualiser simultanément sur l'écran d'un oscilloscope numérique, la tension modulée et son enveloppe (tension modulante), observer l'influence de la composante continue ajoutée à la tension modulante sur la modulation. </li> <li>► Réaliser une expérience permettant de démoduler un signal sinusoïdal modulé en amplitude, observer l'influence de la valeur de la fréquence de la porteuse sur la démodulation (qualité du signal récupéré). </li> <li>► Lorsqu'on met les feux clignotants d'une voiture en marche ou lorsqu'on klaxonne par exemple, le poste radio émet des sons parasites seulement lorsqu'il est réglé sur une station émettant en AM (modulation d'amplitude), pourquoi ?</li> <li>► Réaliser un montage permettant de moduler une tension sinusoïdale en fréquence, visualiser simultanément sur l'écran d'un oscilloscope numérique, la tension modulée et la tension de commande sinusoïdale (signal modulant), observer la variation de la fréquence de la tension modulée en fonction de la fréquence du signal modulant. </li> </ul>	<p><b>III-2. Ondes lumineuses et ondes hertziennes :</b> Domaines de fréquences, milieux de propagation, émission et réception.</p> <p><b>III-3. Modulation de l'onde porteuse de l'information</b></p> <p><b>III-4. Modulation d'amplitude</b>  - Modulation.  - Démodulation.</p> <p><b>III-5. Modulation de fréquence</b></p>	7,5 - 9 h

## Commentaires

On introduira la notion d'onde par la réalisation d'expériences permettant de générer un ébranlement dans un milieu élastique unidimensionnel (corde élastique et ressort) et bidimensionnel (surface libre d'un liquide) et on définira l'onde comme étant le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu donné.

Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans un milieu donné permettront de vérifier que la valeur de cette célérité est indépendante de l'amplitude tant que celle-ci est faible. Des mesures de la célérité  $v$  d'une onde se propageant dans des milieux de natures différentes (masses volumique, surfacique et linéique différentes ; atomicités différentes de gaz...) ou dans des états différents (tension ou torsion différentes ; températures différentes...) conduiront à montrer que la célérité dépend des propriétés du milieu de propagation. Cependant, aucune expression de célérité en fonction de ces propriétés n'est au programme.

On insistera sur le fait qu'au cours de la propagation d'une onde mécanique sinusoïdale, les points du milieu de propagation effectuent chacun un mouvement sur place autour de sa position de repos alors que l'énergie est transmise d'un point à un autre pour affecter tout le milieu de propagation.

On montrera expérimentalement puis théoriquement la double périodicité d'une onde sinusoïdale dans le cas d'une onde transversale unidimensionnelle et on généralisera les résultats après une étude qualitative de cas variés (onde longitudinale, onde bidimensionnelle, onde tridimensionnelle : le son).

La réalisation d'une expérience de diffraction d'une onde mécanique bidimensionnelle et d'une expérience de diffraction de la lumière conduira à

déduire le caractère ondulatoire de la lumière. On examinera expérimentalement l'effet de l'ouverture de la fente sur le phénomène de diffraction. Aucun développement théorique n'est au programme.

On rappellera la dispersion de la lumière blanche par un prisme et on conclura que cette dernière est constituée de plusieurs radiations monochromatiques, chaque radiation monochromatique (de couleur donnée) est caractérisée par sa fréquence  $\nu$ .

La différence de déviations subies par deux radiations de couleurs différentes tombant sous une même incidence sur une surface de séparation de deux milieux transparents donnés permettra de montrer que l'indice de réfraction d'un matériau réfringent dépend de la couleur de la radiation qui le traverse.

On montrera expérimentalement que, comme l'onde lumineuse, l'onde mécanique peut subir la réflexion, la réfraction et la dispersion. Aucun développement théorique n'est au programme.

L'onde électromagnétique sera introduite comme étant un support de transmission pratique de l'information. Par suite, une étude qualitative de ses propriétés est indispensable. Pour ce, on se limitera aux exemples des ondes lumineuses et aux ondes hertziennes.



Pour la mise en évidence expérimentale des modulations d'amplitude et de fréquence, on s'appuiera sur le cas où la tension modulée (la porteuse) et la tension modulante sont sinusoïdales.


A cause de sa complexité, la démodulation en FM ne pourra faire l'objet d'aucune étude à ce niveau.



## B. CHIMIE (15 – 17,5 heures)

### MESURE D'UNE QUANTITE DE MATIERE (5 – 5,5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Titrer une solution aqueuse par réaction acide-base ou par réaction d'oxydo-réduction.</li> <li>■ Calculer la conductance (G) d'une portion de solution électrolytique.</li> <li>■ Tracer la courbe d'étalonnage <math>G=f(C)</math> pour des solutions titrées.</li> <li>■ Exploiter une courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration inconnue d'une solution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Doser une solution aqueuse de sulfate de fer II par une solution de permanganate de potassium en milieu acide. </li> <li>▶ Comment détermine-t-on la composition d'une eau minérale ?</li> <li>▶ Comment mesurer le degré de pollution de l'air ?</li> <li>▶ A partir d'une solution de chlorure de sodium de concentration donnée, préparer par dilution plusieurs solutions de concentrations connues.</li> <li>▶ Par application de la loi d'Ohm et dans les mêmes conditions, mesurer leurs conductances, tracer la courbe d'étalonnage <math>G = f(C)</math> et l'exploiter pour déterminer la concentration d'un sérum physiologique. </li> </ul>	<p><b>I. Détermination d'une quantité de matière à l'aide d'une réaction chimique</b>  <b>I-1. Dosage acido-basique</b> (rappel)  <b>I-2. Par oxydoréduction</b> : dosage manganométrique.</p> <p><b>II. Détermination d'une quantité de matière par mesure d'une grandeur physique</b>  - Masse, volume et concentration (rappel).  - Conductance électrique.</p>	<p>2 h</p> <p>3 – 3,5 h</p>

 : Activité pouvant mettre en jeu les TIC (Technologies de l'information et de la communication)

#### Commentaires

- On rappellera l'équivalence acido-basique et on calculera la molarité d'une solution acide ou d'une solution basique.
- On rappellera la relation entre la quantité de matière et les grandeurs physiques : masse, volume et concentration.
- On ne parlera ni de conductivité ni des facteurs dont dépend la conductance d'une solution électrolytique.

## ELECTROCHIMIE (6 – 7 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expliquer le principe de fonctionnement d'une pile.</li> <li>■ Schématiser une pile.</li> <li>■ Symboliser une pile.</li> <li>■ Reconnaître les pôles d'une pile.</li> <li>■ Ecrire les équations des transformations chimiques qui se produisent au niveau des électrodes d'une pile au cours de son fonctionnement.</li> <li>■ Ecrire les équations des transformations chimiques se produisant au niveau des électrodes, lors d'une électrolyse.</li> <li>■ Donner des exemples de piles rechargeables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Etudier expérimentalement la pile Daniell: f.e.m. (E), polarités et sens du courant électrique.</li> <li>► Comment protéger la coque d'un bateau contre la corrosion ?</li> <li>► Qu'est ce qu'une pile rechargeable ?</li> <li>► Quel est son principe de fonctionnement ?</li> <li>► Comment plaquer un faux bijou ?</li> <li>► Qu'est ce que la galvanoplastie ?</li> <li>► Réaliser une électrolyse à électrodes inattaquables et une électrolyse à anode soluble.</li> <li>► Commenter un dossier préparé à l'avance par des élèves, sur l'affinage des métaux, la galvanostégie et la galvanoplastie.</li> </ul>	<p><b>I. Pile électrochimique : la pile Daniell</b></p> <p><b>II. Electrolyse</b></p> <p><b>II-1. Le phénomène d'électrolyse, exemple de réaction imposée</b></p> <p><b>II-2. Exemples et applications industrielles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrolyseur à électrodes inattaquables.</li> </ul> <p><u>Application</u> : obtention des métaux par voie humide (zinc, cuivre).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrolyseur à anode soluble.</li> </ul> <p><u>Applications</u> : Affinage des métaux, galvanostégie (protection contre la corrosion et décoration) et galvanoplastie (reproduction d'objets).</p> <p><b>II-3. Autre application : les piles rechargeables</b> (accumulateurs) : pile plomb-acide, pile cadmium-nickel, pile NiMH.</p>	<p>1,5 h</p> <p>4,5 – 5,5 h</p>

### Commentaire

L'étude de la pile Daniell permettra de dégager les notions de polarités et de f.e.m. d'une pile, voire les transformations chimiques produites aux électrodes et le sens du courant électrique.

On reliera le sens de la circulation des électrons (dans le circuit extérieur) au sens de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

On ne manquera pas de citer d'autres exemples de piles (pile Leclanché, pile à oxyde d'argent, pile à oxyde de nickel, pile bouton, pile alcaline).

Lors de l'étude de l'électrolyse, on insistera sur le fait que les transformations aux électrodes, contrairement à celles d'une pile sont des réactions imposées.

A propos des piles rechargeables, on se limitera à une étude descriptive et on insistera sur leur intérêt pratique.

## CHMIE ORGANIQUE : (4 – 5 heures)

Objectifs	Exemples de questionnements et d'activités	contenu	Horaire
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Nommer un alcool, connaissant sa formule semi développée et inversement.</li><li>■ Distinguer les trois classes d'alcool.</li><li>■ Expliquer le principe de l'éthylotest.</li><li>■ Réaliser et interpréter une réaction d'estérification.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► A quoi sont dues les odeurs caractéristiques d'un milieu hospitalier ?</li><li>► Comment contrôler le degré d'alcool chez un conducteur de voiture ?</li><li>► Comment expliquer la transformation d'un jus de fruit en vinaigre ?</li></ul>	<b>I. Les alcools aliphatiques saturés :</b> <b>I.1. Structure et nomenclature</b>	2 – 2,5 h
		<b>I.2. Quelques propriétés physiques</b> <b>I.3. Oxydations ménagées des alcools</b> <u>Applications :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ethylotest.</li><li>- Oxydation biochimique.</li></ul>	2 – 2,5 h

### Commentaires

On se limitera aux alcools ne renfermant pas plus de cinq atomes de carbone et on ne manquera pas d'évoquer l'isométrie.

Bien qu'on se limite à l'étude des monoalcools, on signalera l'existence des polyalcools.